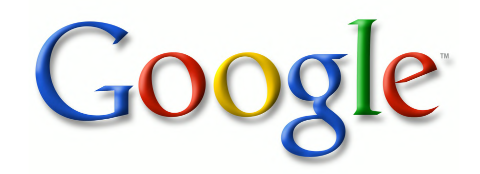
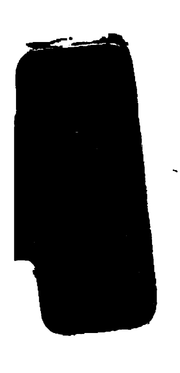
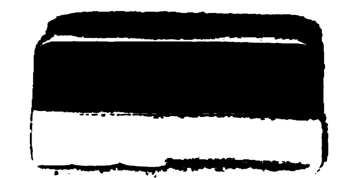






ARBEITEN

AUS DEM

REICHSGESUNDHEITSAMTE

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Reichsgesundheitsamtes)

EINUNDFÜNFZIGSTER BAND

MIT 5 TAFELN UND IN DEN TEXT GEDRUCKTEN ABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1919



ARBEITEN

AUS DEM

KAISERLICHEN GESUNDHEITSAMTE

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes)



EINUNDFÜNFZIGSTER BAND

ERSTES HEFT

MIT 4 TAFELN

BERLIN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1918

(Ausgegeben im Oktober 1918)

Inhalts-Verzeichnis

Fortsetzung auf Seite 3.



Inhalts-Verzeichnis.

Erstes Heft. Ausgegeben im Oktober 1918.

Zweites Heft. Ausgegeben im Februar 1919.

Drittes Heft. Ausgegeben im August 1919. Seite

Viertes Heft. Ausgegeben im Dezember 1919.

Einige weitere Versuche zur Abtötung der Typhusbacillen im Organismus des Kaninchens.

Von

Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Lentz, früherem Direktor
Dr. E. Hailer, Ständigem Mitarbeiter
Dr. G. Wolf, wissenschaftlichem Hilfsarbeiter
im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Versuche zur Technik der experimentellen Typhusinfektion.

In den zuletzt in den Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt veröffentlichten Versuchen (1) hatten Hailer und Wolf die Methode der Gallenblasenimpfung zur Infektion der Kaninchen mit Typhusbacillen benützt, wie sie seiner Zeit von Uhlenhuth und Messerschmidt (2) und von Hailer und Ungermann (3) zur Erzielung einer dauerhaften Infektion der Gallenblase empfohlen worden war. Auch bei dieser Form der Infektion hatten sie mit einigen Mitteln befriedigende Erfolge. Sie erzeugt aber in vielen Fällen einen tiefgreifenden Prozeß — schwere entzündliche Veränderungen der Gallenblasenwand, Verwachsungen der Gallenblase mit der Leber und dem Peritoneum, starke Vereiterung der Gallenblase und des ductus cysticus —, welcher die chemotherapeutische Beeinflussung der Infektion sehr erschwert und durch Verschluß des ductus cysticus durch Eiter oder Wandverdickung häufig fast unmöglich macht. Ähnliche anatomische Verhältnisse kommen auch beim menschlichen Bacillenträger vor, wie namentlich die Sektionsbefunde von Bindseil (4), Messerschmidt (5) und Göbel (6) zeigen. Wenn wir demnach durch den Tierversuch eine Entscheidung darüber herbeiführen wollen, ob ein Mittel bei menschlichen Typhusbacillenausscheidern Erfolg verspricht, werden wir die intravesikale Infektion bei den Versuchstieren anwenden müssen. Solange es sich aber nur darum handelt, überhaupt einmal die Richtung zu finden, in welcher ein chemotherapeutisches Vorgehen gegen die Dauerausscheidung von Typhusbacillen Erfolg verspricht, ist es nicht zweckmäßig, sich zur Vornahme orientierender Versuche mit bisher noch nicht erprobten Mitteln — wie wir sie im ersten Teil unserer Arbeit schildern wollen —, schon die denkbar schwierigsten anatomischen Verhältnisse zu schaffen. Vielmehr wird es sich empfehlen, sich für solche Versuche der intravenösen Infektion zu bedienen, die nach den Versuchen von Hailer und Ungermann (3) u. a. nur ausnahmsweise stärkere Grade von Veränderungen der Gallenblase verursacht.

Nun hatten Dörr (7), Johnston (8) und Morgan (9) auch nach intravenöser Infektion der Kaninchen ein fast in allen Fällen langdauerndes Haften der Typhusbacillen in der Galle und der Gallenblase beobachtet. Hailer und Rimpau (10) und Hailer und Ungermann (11) freilich hatten beim Arbeiten mit verschiedenen Typhusstämmen Typhusbacillen 2—3 Wochen nach der intravenösen Injektion nur bei $^2/_3$ der Kaninchen noch in der Galle und der Gallenblase gefunden.

Danach lag es nahe, daran zu denken, daß die Individualität der Stämme von Einfluß auf das Ansiedlungsvermögen der Keime in der Gallenblase sei und daß es gelingen könnte, durch Prüfung einer größeren Zahl von Stämmen solche zu finden, die eine besondere Affinität zur Gallenblase haben und ähnlich den von Dörr, Morgan und Johnston zu ihren Versuchen verwandten Stämmen noch längere Zeit nach der intravenösen Injektion mit größerer Regelmäßigkeit in der Gallenblase nachzuweisen sein werden.

Da bei intravenöser Injektion die starken lokalen Reizungen durch den Einstich in die Gallenblase und das Abbinden der Einstichstelle wegfallen, konnten wir dann auch hoffen, daß durch einen derartigen Stamm im wesentlichen nur leichtere und deshalb auch therapeutisch leichter zu beeinflussende Veränderungen in der Gallenblase hervorgerufen würden.

Am geeignetsten erschienen uns in dieser Hinsicht frisch aus Typhusdauerausscheidern isolierte Stämme. Wir verdanken der Liebenswürdigkeit des damaligen Direktors des Hygienischen Instituts in Saarbrücken, Herrn Geheimen Regierungsrat Prof. Dr. Händel, die Überlassung von 8 derartigen Kulturen.

Mit jedem Stamme wurden je 5 Tiere infiziert und zwar wurde jedem Tiere eine Öse 24stündiger Agarkultur in Kochsalzlösung aufgeschwemmt intravenös eingespritzt. In den meisten der Gruppen gingen einige der Tiere an den Folgen der Infektion oder an interkurrenten Seuchen ein (s. Tabelle I am Ende der Arbeit). Die innerhalb der ersten 2 Wochen eingegangenen Tiere wiesen regelmäßig in einem oder mehreren Organen Typhusbacillen auf; dabei bildete aber der Befund von Typhusbacillen in der Gallenblase nicht die ständige Regel: bei Kaninchen 50, das am 6., und Kaninchen 46, das am 5. Tag nach der Infektion eingegangen war, waren keine Typhusbacillen in der Galle und der Gallenblase nachzuweisen. Von 7 in der 3. Woche verendeten Kaninchen waren nur noch 4 mit Typhusbacillen infiziert, alle 4 allerdings beherbergten sie in der Gallenblase. Bei der Sektion am 30. bis 32. Tag nach der Infektion ließen sich nur noch bei einem kleinen Teil der Tiere Typhusbacillen feststellen, und zwar unter den mit den Stämmen Saarbrücken, Demut und Ziegler infizierten Tieren bei keinem, unter den mit Fiak und Weißenbach gespritzten bei je einem unter drei und unter den mit den Stämmen Wiehn und Fries gespritzten bei je einem unter fünf Kaninchen. In allen diesen positiven Fällen war aber die Gallenblase typhusbacillenhaltig.

Es fand sich also unter diesen 8 Stämmen keiner, der intravenös zugeführt eine regelmäßige länger dauernde Infektion der Gallenblase erzeugt hätte.

Behandlung intravenös infizierter Kaninchen mit metallorganischen Verbindungen.

Wir machten zunächst einige Versuche mit intravenös und zwar mit dem Stamm Fiak infizierten Kaninchen. Da bei den Vorversuchen sich nur etwa $^1/_3$ der in die Ohrvene gespritzten Kaninchen nach 4 Wochen noch infiziert erwiesen hatte, mußten für jeden Versuch eine größere Zahl von Versuchstieren und Kontrollen verwendet werden, um aus der Gegenüberstellung beider Gruppen hinreichend sichere Schlüsse auf den Erfolg der therapeutischen Behandlung ziehen zu können.

Wir wandten in der ersten Versuchsreihe ein Quecksilberpräparat an, das der von Feldt (12) bei Tuberkulose mit Erfolg benützten Cantharidyl-Gold-Verbindung entsprechend zusammengesetzt und als Cantharidyl-Äthylendiamin-Quecksilbercyanid zu bezeichnen ist; die Verbindung hat nach der Mitteilung der Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning in Höchst, denen wir das Präparat verdanken, die Zusammensetzung $C_{14}H_{18}O_8N_4Hg$ und einen Quecksilbergehalt von 40,8 %.

In einigen Vorversuchen überzeugten wir uns zunächst von der Giftigkeit des Mittels:

Vorversuch 1. 2 Kaninchen wurden mit je 2,5 mg auf 1 kg Körpergewicht intravenös gespritzt, nämlich

Kaninchen 491 von 2500 g Gewicht mit 6,2 mg,
„ 492 „ 2740 g „ „ 6,7 mg.

Beide Tiere zeigten im Anschluß an die Injektion starke Eiweißausscheidung im Urin. Kaninchen 492 ging schon am 5. Tag nach der Zufuhr des Mittels ein, das Tier 491 erst am 11. Tage, und zwar letzteres unter starkem Gewichtsabfall von 2500 auf 1770 g. Die Sektion ergab bei beiden Tieren starke Füllung der abdominellen Venen, sowie eine erhebliche Schwellung und Hyperämie der Leber und Nieren; besonders die Nierenrinde war stark hyperämisch und ebenso wie die Markkegel trüb geschwollen, die Grenze zwischen beiden war verwischt. Die Nebennieren waren sehr blaß und ohne erkennbare Zeichnung, die Lungen blaß mit einzelnen hyperämischen (hypostatischen) Herden; im Urin reichlich Eiweiß, ferner rote Blutkörperchen frei und auf granulierten Zylindern.

Vorversuch 2. 3 Kaninchen im Gewicht von 2700—2900 g wurde zweimal wöchentlich — je am Dienstag und Freitag — 0,1 mg des Präparats in die Ohrvene gespritzt. Bei allen Tieren trat im Anschluß an die Injektionen ein starker Gewichtsrückgang ein, der bei dem einen Tiere fast völlig, bei den beiden andern nur in geringem Grade sich wieder ausglich. Der Harn war bei 2 Tieren im Anschluß an die erste Injektion kurze Zeit eiweißhaltig. In $8^1/_2$ Wochen erhielten die Tiere 17 Injektionen, im ganzen also je 1,7 mg des Quecksilberpräparats. Darauf wurden sie getötet; die Sektion ergab in allen Fällen eine breite violettrot gefärbte Zone zwischen Rinde und Markkegel der Nieren, bei einem Tier auffallend blasse Nierenrinde und Markkegel, bei einem andern aber Hyperämie der Rinde bei sehr blassem Markkegel.

Die mikroskopische Untersuchung der Organe der zu diesen Versuchen verwandten Kaninchen ergab starke Blutfüllung der Gefäße in allen schon makroskopisch als

hyperämisch festgestellten Organen. Entzündliche Zellanhäufungen waren nirgends nachweisbar, auch waren die Parenchymzellen vollständig intakt, ihre Kerne gut färbbar. Dagegen fanden sich bei den Kaninchen 491 und 492 vereinzelte rote Blutkörperchen und Zylinder im Lumen der geraden Harnkanälchen. Das Cantharidyl-Äthylendiamin-Quecksilbercyanid schädigt also vorzugsweise die Gefäße der Niere, so daß ihre Wände für Eiweiß und rote Blutkörperchen durchlässig werden.

Versuch 1. Um die Wirkung des Cantharidyl-Äthylendiamin-Quecksilbercyanids auf typhusbacilleninfizierte Kaninchen zu prüfen, wurden 23 Kaninchen mit je einer Öse 24stündiger Agarkultur des Stammes Fiak intravenös infiziert. 8 von diesen Tieren blieben als Kontrollen unbehandelt, die übrigen 15 wurden mit je 1 mg des Präparats und zwar 2 am 1., 7 am 11., 6 am 21. Tag nach der Infektion intravenös behandelt. 4 dieser Tiere gingen spontan während der folgenden Wochen ein, davon hatten 2 Typhusbacillen in einem oder mehreren Organen, die beiden anderen waren frei davon. Die überlebenden 11 Tiere wurden am 30. Tag getötet und seziert; bei zweien ließen sich noch Typhusbacillen nachweisen (s. Tabelle II am Ende der Arbeit). Von den 8 Kontrolltieren gingen 3 interkurrent ein (s. die gleiche Tabelle), 2 davon erwiesen sich noch infiziert und zwar waren bei beiden noch Typhusbacillen in der Gallenblase. Von den 5 am 29. Tag nach der Infektion getöteten Kontrollkaninchen hatten noch 2 Typhusbacillen und zwar gleichfalls in der Gallenblase.

Von den am Ende des Versuchs getöteten Tieren erwiesen sich also 3 von 11 behandelten noch infiziert, von den Kontrollen 2 von 5.

Das Verhältnis der infiziert zu den frei von Typhusbacillen gefundenen Tieren ist also bei den behandelten Tieren etwas günstiger als bei den Kontrollen. Wir möchten aber hieraus keine Schlüsse auf die Wirksamkeit des Präparats ableiten, zumal seine hohe Giftigkeit seiner praktischen Verwendung entgegensteht.

Versuch 2. In einer weiteren Versuchsreihe wurden intravenös infizierte Kaninchen mit Cantharidyl-Äthylendiamin-Aurocyanid, das von Feldt (12) bei tuberkulösen Prozessen am Kaninchen erprobt ist, behandelt. Die dort beobachtete günstige Wirkung des Mittels wird von Feldt einerseits der Reaktionserregung in lokalen Entzündungsherden durch den Cantharidylrest, andererseits der antiseptischen Wirkung des Goldes zugeschrieben.

3 Kaninchen wurde am Tag nach der Infektion je 1 mg des Cantharidyl-Gold-Präparats (s. Tabelle II) in die Ohrvene gespritzt; sie gingen im Lauf von 8 Tagen ein. 5 andere Kaninchen wurden in Abständen von 3—4 Tagen vom 10. Tag nach der Infektion ab mit je 1 mg des Präparats behandelt und am 21. Tag nach der Infektion getötet; 3 hatten Typhusbacillen in der Leber, keines in der Gallenblase, das 4. Tier war frei von Typhusbacillen, ebenso ein nach 2 Dosen am 14. Tag nach der Infektion eingegangenes Kaninchen.

Versuch 3. Ein weiterer Versuch wurde mit dem sogenannten quecksilbersalicylsauren Natrium gemacht, das gleichfalls intravenös verabreicht wurde. Dieses Präparat ist kein eigentliches Quecksilbersalz, spaltet also kein Quecksilberion ab,

sondern enthält, wie die Formel $C_6H_3\begin{matrix}/HgOH \\ -OH \\ \backslash CO_2Na\end{matrix}$ zeigt, das Quecksilber an den Benzolkern gebunden, und nicht an die Hydroxyl- oder Carboxylgruppe. Von 7 intravenös mit Typhusbacillen infizierten und mit der Verbindung behandelten Tieren gingen 6 während der Versuche nach 1—3 Dosen von je 0,01 g ein. 2 davon waren noch mit Typhusbacillen behaftet und zwar wurde bei beiden das Virus in der Gallenblase und dem Dünndarm gefunden. Bei dem 7., nach 21 Tagen getöteten Tier wurden die Typhusbacillen nur noch in der Leber und zwar erst nach Anreicherung festgestellt.

Bei den den Versuchen 2 und 3 entsprechenden Kontrollen — s. Tabelle II — wurden bei 2 von 5 Kaninchen Typhusbacillen nach der Versuchszeit von 21 Tagen und zwar immer in der Gallenblase ermittelt, also in einem Verhältnis von 2 : 5,

bei den mindestens zweimal mit der Cantharidyl-Gold-Verbindung gespritzten Tieren bei 3 von 5, aber nie in der Gallenblase, also in dem Verhältnis 3 : 5 bezw. 0 : 5,

bei den mindestens zweimal mit quecksilbersalicylsaurem Natrium behandelten Kaninchen dreimal unter 6, davon zweimal in der Gallenblase, also in dem Verhältnis 3 : 6, bezw. 2 : 6.

Bei den mit quecksilbersalicylsaurem Natrium gespritzten Tieren ist demnach kein Einfluß des Mittels auf den Ablauf der Infektion festzustellen; auffallend dagegen ist, daß die Gallenblase der mit der Gold-Cantharidyl-Verbindung behandelten Tiere durchweg frei von Typhusbacillen gefunden wurde.

Behandlung intravesikal infizierter Kaninchen mit Oxysäuren und Phenolen.

In einigen weiteren Versuchen wandten wir zur chemotherapeutischen Behandlung typhusinfizierter Kaninchen einige Mittel an, die bereits in früher im Kaiserlichen Gesundheitsamt angestellten Untersuchungen Erfolg versprechende Ergebnisse gezeitigt hatten. Da die damaligen Versuche an Kaninchen angestellt worden waren, bei denen die Infektion durch unmittelbare Einspritzung der Typhusbacillen in die Gallenblase in der von Hailer und Ungermann beschriebenen Ausführung stattgefunden hatte, bedienten wir uns bei den nun zu schildernden Versuchen wieder der intravesikalen Infektion.

Versuch 4. In einer Versuchsreihe behandelten wir die in die Gallenblase gespritzten Tiere mit salicylsaurem Natrium, das in den Versuchen von Hailer und Ungermann (11) eine bemerkenswerte Wirkung bei intravenös infizierten Kaninchen gezeigt hatte, und mit meta-oxybenzoesaurem Natrium, das von Hailer und Wolf (1) schon in kleineren Dosen bei intravesikal gespritzten Tieren angewandt worden war.

Um größere Dosen der bei intravenöser Einverleibung nicht immer gut vertragenen Salicylsäure anwenden zu können, führten wir sie in verdünnter wässeriger Lösung mit einem weichen Katheter vom Anus aus in das Rectum ein, wobei der Anus in der von Hailer und Ungermann beschriebenen Weise durch eine Klemmschraube verschlossen wurde, während die Tiere durch feste Umwicklung mit Tüchern an Bewegungen, die die Schraube abstreifen konnten, gehindert wurden. Das salicylsaure Natrium wurde von der Mehrzahl der Tiere auch bei rektaler Zufuhr von 2 g

schlecht vertragen, 5 von 6 Tieren gingen nach zweimaliger Zufuhr des Mittels ein, bei zweien konnte allerdings eine Perforation des Mastdarms festgestellt werden. 1 Tier aber ertrug 11malige Zufuhr des Mittels.

Bei allen Tieren (s. Tabelle III am Ende der Arbeit), mit Ausnahme eines am 21. Tag nach der Infektion verendeten Kaninchens konnten Typhusbacillen in den Organen und stets auch in der Galle gefunden werden.

Die meta-Oxybenzoesäure wurde in Form ihres Natriumsalzes 14 bezw. 15 mal in Dosen von 0,5 g in die Ohrvene gespritzt. Die 5 so behandelten Tiere wurden am 42. Tage nach der Infektion getötet. Bei der Sektion waren 2 der Tiere frei von Typhusbacillen, bei einem dritten fanden sie sich nur noch in der Galle, nicht in der Gallenblasenwand. Die beiden anderen Tiere hatten reichlich Typhusbacillen in der Galle, Gallenblase und der Leber.

Von den 4 am 42. Tag nach der Einspritzung der Typhusbacillen in die Gallenblase getöteten Kontrolltieren waren aber auch 2 frei von Typhusbacillen. Damit entfällt ein Schluß auf die Wirkung der meta-Oxybenzoesäure. Das Ergebnis zeigt, daß auch bei unmittelbarer Einimpfung der Typhusbacillen in die Gallenblase nicht immer mit einer langandauernden Infektion dieses Organs zu rechnen ist; dies stimmt mit den Versuchsergebnissen von Hailer und Ungermann (3) überein, die das Virus bis etwa zum 30. Tag mit Sicherheit, von da ab aber nicht mehr regelmäßig in der Gallenblase fanden.

Versuch 5. Schließlich wurden in die Gallenblase gespritzte Kaninchen mit 2 Phenolen, nämlich Chlorxylenol und Quecksilber-Chlorkresol, behandelt. Dem Chlorxylenol kommt nach Schottelius (13) eine starke bakterizide Wirkung im Reagenzglasversuch zu, die noch stärker sein soll als die des sogenannten meta-Xylenols, das von Laubenheimer (14) auf seine bakterizide Wirkung geprüft und von Hailer und Ungermann (11) bei intravenös und von Hailer und Wolf (1) bei intravesikal mit Typhusbacillen infizierten Tieren mit bemerkenswertem Einfluß auf den Ablauf der Infektion verwendet worden ist. Das Quecksilber-Chlorkresol ist entstanden durch Einführung von Quecksilber in den Benzolkern des seit Laubenheimers Untersuchungen häufig auf seine keimtötende Wirkung geprüften Chlor-meta-kresols. Beide Präparate sind uns von der Firma Schülke & Mayr in Hamburg zur Verfügung gestellt worden.

Das in Wasser kaum lösliche Chlorxylenol wurde in Olivenöl gelöst und diese Lösung mit Rahm gemengt den Kaninchen mit der Schlundsonde in den Magen eingeführt. Das Quecksilber-Chlorkresol wurde in verdünnter Kalilauge gelöst den Kaninchen in die Ohrvene gespritzt.

4 von 5 mit dem Chlorxylenol behandelten Tieren gingen nach 3—10maliger Einverleibung des Mittels in Gaben von je 0,5 g ein; bei zweien davon war die Gallenblase infiziert, bei einem nur die Leber, bei dem nach 3 Dosen verendeten Tier kein Organ. Es liegt nahe, bei diesem Befund anzunehmen, daß sich in den Organen dieser interkurrent eingegangenen Tiere zur Entwicklungshemmung ausreichende Mengen des stark antiseptisch wirkenden Chlorxylenols befunden haben. Bei Kaninchen, die nach abgeschlossener Behandlung getötet wurden und zur Sektion kamen, war

(Fortsetzung des Textes s. S. 14.)

Tabelle I. Ergebnisse der **intravenösen** Infektion von Kaninchen mit verschiedenen Typhusstämmen.

Tier-Nr.	Stamm	Am ? Tage nach Infektion		Bakteriologischer Befund in									Bemerkungen
		eingegangen	getötet	Galle	Gallenblase	Leber		Milz		Niere		Dünndarm	
						direkt	nach Anreicherung	direkt	nach Anreicherung	direkt	nach Anreicherung		
824	Saarbrücken	18.		—	—								
495		18.		Ty	Ty		Ty		Ty		Ty	Ty	
494			31.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
929			31.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
931			31.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
50	Fiak	6.		—	—		Ty		Ty		—	—	
818		20.		—	—		—		—		—	—	
48		30.		—	—		—		—		—	—	
47			31.	Ty	Ty	—	Ty	—	—	—	Ty	Ty	
49			31.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	An Mastdarmschleimhaut Typhusbacillen.
46	Demut	5.		—	—	Ty	Ty	—	—	—	—	—	
493		14.		Ty	Ty	Ty	Ty	—	Ty	—	Ty	—	
48		31.		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
44			31.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
45			31.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
43	Wiehn		30.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
56			30.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
45			30.	Ty*	Ty*	—	—	—	—	—	—	Ty	Konkremente in der Galle
54			30.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
27			30.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Getrübte Galle
40	Fries		30.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
34			30.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
33			30.	Ty*	—	Ty	Ty	—	—	—	—	—	Gallenblaseninhalt dick eitrig
30			30.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
42			30.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
47	Weißenbach	11.		Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	—	—	Ty	Abszesse in der Leber, Galle leicht getrübt
49		21.		Ty	Ty	Ty		Ty		Ty		Ty	Galle dünnflüssig, trüb mit eitrigem Bodensatz
28			32.	Ty	Ty	—	Ty*	—	—	—	—	—	
36			32.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
44			32.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
55	Ziegler	16.		Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	Galle leicht getrübt
29		17.		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
52			32.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
48			32.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
31			32.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
53	Berg	13.		Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	Ty	
32		20.		Ty	Ty	Ty		Ty		Ty		Ty	
50			32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
41			32.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
39			32.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Ty* besagt, daß der Nachweis der Typhusbacillen erst nach Anreicherung auf der Malachitgrünplatte gelang.

Tabelle II. Versuche 1—3 an intravenös mit Typhusbacillen infizierten Quecksilber- und -Goldcyanid sowie mit quecksilbersalicylsaurem

Tier-Nr.	Behandelt mit	In den Dosen von	Am ?. Tag nach der Infektion	Am ?. Tag nach der Infektion		Gewicht		
				eingegangen	getötet	vor der Infektion	bei Beginn der Behandlung	am Ende der Behandlung
								Ver-
7	Cantharidyl-Äthylen-diamin-Quecksilber-cyanid	1 mg intravenös	11.	15.		1870		1430
434		1 " "	1.	16.		2590		1800
443		1 " "	1.	25.		2320		1520
485		1 " "	21.	26.		1890	1580	1380
1		1 " "	11.		30.	2670	2500	2500
2		1 " "	11.		30.	2220		2050
856		1 " "	11.		30.	1470	1210	1200
903		1 " "	11.		30.	2000	1510	
923		1 " "	11.		30.	2080	1800	1800
947		1 " "	11.		30.	1650		1800
4		1 " "	21.		30.	1850	1640	1600
5		1 " "	21.		30.	1900	1650	1800
6		1 " "	21.		30.	2050	1800	1800
122		1 " "	21.		30.	2780	2340	2400
480		1 " "	21.		30.	1900	1640	1340
								Kontrollen
3	unbehandelt			10.		1770		1060
879				25.		2070		1400
912				26.		1850		1120
831					29.	1920		1390
878					29.	1670		1700
911					29.	1990		1930
922					29.	2070		2080
920					29.	2200		1750

Kaninchen. Erfolge der Behandlung mit Cantharidyl-Äthylendiamin-Natrium und Befunde bei den unbehandelten Kontrolltieren.

Bakteriologischer Befund in										Bemerkungen
Galle	Gallenblase	Leber direkt	Leber nach Anreicherung	Milz direkt	Milz nach Anreicherung	Nieren direkt	Nieren nach Anreicherung	Dünndarm	Kot	
such 1										
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Hyperämie der Nierenrinde und Papille, Markkegel blaß
Ty	Ty	—	Ty*	—	—	—	—	Ty		
—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	Mäßige Hyperämie der Nierenrinde, Markzeichnung undeutlich
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Niere geschwollen, stark entzündet, Harn eiweißhaltig, Ascites
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Niere hyperämisch
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Grenzschicht der Niere gerötet
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	Ty	—	—	—	—	—		Markkegel der Niere leicht geschwollen, Milz und Nebenniere rot
—	—	—	—	—	—	—	—	Ty		Niere hyperämisch, Markkegel vorgewölbt, Milz verbreitert
—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Grenzschicht der Niere gerötet
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Milz, Niere, Nebenniere hyperämisch
Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	Ty	—	Gallenblaseninhalt eitrig
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Niere hyperämisch, im Urin Typusbacillen
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Gallenblaseninhalt eitrig, Milz, Niere, Nebenniere gerötet
zu Versuch 1										
Ty	Ty	—	Ty					Ty		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Mäßige Hyperämie der Nierenrinde und der Nebenniere
Ty	—	—	—	—	—	—	—	Ty	—	Gallenblase eitriger Inhalt, mäßige Hyperämie der Niere
Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	Ty		Gallenblase eitriger Inhalt
—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Ty	Ty	Ty	Ty	—	Ty	—	—	—		Niere stark hyperämisch
—	—	—	—	—	—	—	—	—		

Tabelle II

Tier-Nr.	Behandelt mit	In den Dosen von	Am ?. Tag nach der Impfung	Am ?. Tag nach der Infektion		Gewicht		
				eingegangen	getötet	vor der Infektion	bei Beginn der Behandlung	am Ende der Behandlung
								Ver-
10	Cantharidyl-Äthylen-diamin-Aurocyanid	1 × 0,01 g	1.	3.		1280		
14		1 × 0,01 g	1.	6.		1350		1315
149		1 × 0,01 g	1.	8.				
17		2 × 0,01 g	10. 13.	14.		1700		1150
952		3 × 0,01 g	10. 13. 17.		21.	1950	1950	1950
26		3 × 0,01 g	10. 13. 17.		21.	1850	1850	1830
19		3 × 0,01 g	10. 13. 17.		21.	1950	2230	2150
24		3 × 0,01 g	10. 13. 17.		21.	1800	1840	1900
								Ver-
29	Quecksilber-salicyl-saures Natrium	1 × 0,01 g	1.	3.		1750		
991		2 × 0,01 g	10. 13.	14.		1700	1650	1150
13		2 × 0,01 g	10. 13.	16.		1750	1500	1170
20		2 × 0,01 g	10. 13.	20.		2100	2030	1350
12		2 × 0,01 g	10. 13.	15.		1850	1470	1360
15		3 × 0,01 g	10. 13. 21.	21.		1900	1940	1150
21		2 × 0,01 g	10. 13.		21.	2300	2400	2120
								Kontrollen
16	unbehandelt				21.	1900	2200	2250
23					21.	1850	2200	2050
22					21.	1800		1580
25					21.	2100	2160	1950
18					21.	1850	1820	1830

(Fortsetzung).

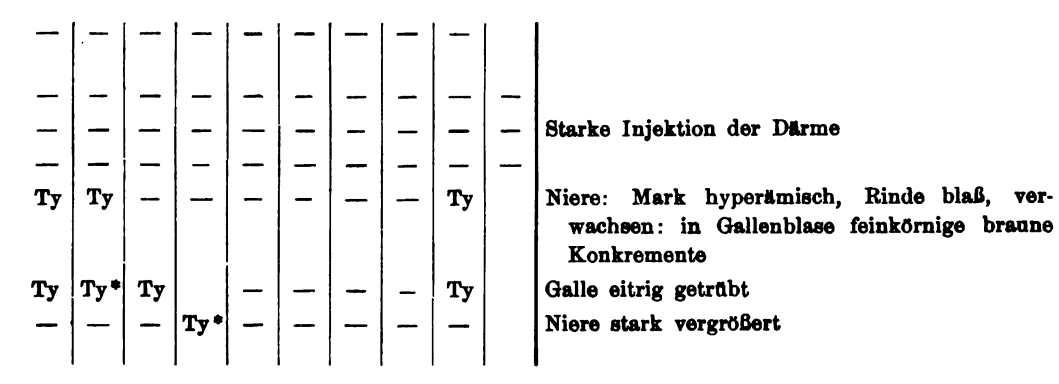
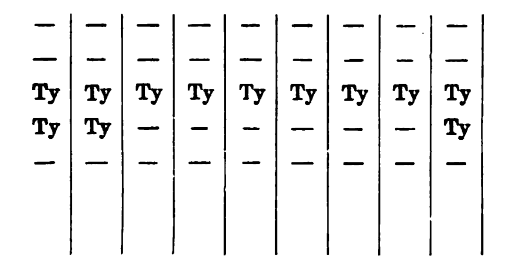
Bakteriologischer Befund in										Bemerkungen
Galle	Gallenblase	Leber		Milz		Nieren		Dünndarm	Kot	
		direkt	nach Anreicherung	direkt	nach Anreicherung	direkt	nach Anreicherung			
such 2										
Ty	Ty	—	—	Ty	Ty	Ty	Ty	—		
Ty	Ty	Ty		—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	Ty	Ty	—	—	—	Ty	—		
—	—	—	Ty	—	—	—	—	—		
—	—	—	Ty	—	—	—	—	—		Entzündliche Rötung der Nieren
—	—	—	—	—	—	—	—	—		Ebenso
such 3 										
—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Starke Injektion der Därme
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	Ty		Niere: Mark hyperämisch, Rinde blaß, verwachsen: in Gallenblase feinkörnige braune Konkremente
Ty	Ty*	Ty		—	—	—	—	Ty		Galle eitrig getrübt
—	—	—	Ty*	—	—	—	—	—		Niere stark vergrößert
zu Versuch 2 und 3 										
—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	Ty		In Galle gelbliche Konkremente
Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	Ty		Gallenblaseninhalt gelbweiß, dick
—	—	—	—	—	—	—	—	—		

Tabelle III. Behandlung **intravesikal** infizierter Kaninchen mit Oxy-
gespritzten

Tier-Nr.	Behandelt mit	In den Dosen von	Zahl der Behandlungstage	Eingegangen	Getötet	Gewicht		
				am ?. Tag nach der Infektion		vor der Behandlung	bei Beginn der Behandlung	am Ende der Behandlung
								Ver-
62	Natriumsalicylat	2 × 2 g rektal	2	21.		2720		2520
69	„	2 × 2 g „	2	21.		2350		2140
72	„	2 × 2 g „	2	22.		2350		
61	„	2 × 2 g „	2	20.		2250		2160
66	„	2 × 2 g „	2	20.		2470		
65		11 × 2 g „	11	35.		2450	2470	2100
58	meta-Oxybenzoe-saures Natrium	14 × 0,5 g intravenös	14		42.	2020	1820	1900
64	dasselbe	14 × 0,5 g „	14		42.	1820	2000	1750
70	„	14 × 0,5 g „	14		42.	2470	2520	2620
77	„	15 × 0,5 g „	15		42.	2100	2380	2520
75	„	15 × 0,5 g „	15		42.	1870	1920	2030
67	„	15 × 0,5 g „	15		42.	2220	2100	2020
								Kontrollen
74	unbehandelt			6.		1850		1750
73				8.		1900		1650
63				8.		2200		1770
60					42.	2600	2550	2650
59					42.	2200	2270	2500
71					42.	2250	2200	2320
76					42.	1900	2180	2300
								Ver-
82	Chlorxylenol	3 × 0,5 g per os	3	23.			1550	1600
92	„	5 × 0,5 g per os	5	25.			1900	1900
79	„	8 × 0,5 g per os	8	28.			2020	
84	„	10 × 0,5 g per os	10	30.			1980	1950
90	„	18 × 0,5 g per os	18		44.		1780	2320
107	Quecksilberchlorkresol	13 × 2 mg intravenös	13		44.		2300	2370
95	„	15 × 2 mg intravenös	15		42.		2400	2550
103	„	16 × 2 mg intravenös	16		42.		2450	2450
100	„	17 × 2 mg intravenös	17		42.		2200	2180
								Kontrollen
104	unbehandelt			13.				
102				16.				
86				18.			1500	
108				28.			1300	
96					42.	2180	1650	2120
99					42.		2300	2720
81					42.		1700	1850

säuren und Phenolen und Befunde bei den unbehandelten intravesikal Kontrolltieren

Bakteriologischer Befund in									Bemerkungen
Galle	Gallenblase	Leber		Milz		Nieren		Dünndarm	
		direkt	nach Anreicherung	direkt	nach Anreicherung	direkt	nach Anreicherung		
such 4									
Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	Ty	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ty	—	Ty	Ty	—	Ty	Ty	Ty	—	Starke Verwachsungen zwischen Netz und Leber, und Leber und Gallenblase, dicke eitrige Galle
Ty	Ty	Ty	Ty	—	—	—	—	—	Gallenblase verwachsen, Inhalt trüb, Därme injiziert
Ty	Ty	Ty	Ty	—	—	—	—	—	
Ty*	Ty	—	—	—	—	—	—	Ty	Schwere Degeneration der Leber (hart, z. T. weiß, bindegewebig, mit erhaltenen Inseln)
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Gallenblase verwachsen, Inhalt flockig getrübt
Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	Gallenblase verwachsen, Inhalt wie eitrig
—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ty	Ty	Ty	Ty	—	—	—	—	—	
Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ty	Ty*	Ty	Ty	—	—	—	—	—	Schwache körnige Trübung der Galle
zu Versuch 4									
Ty	Ty	Ty		—	—	Ty		—	
Ty*	Ty*	—	—	Ty		—	—	Ty	
Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	Ty	
Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	Ty	Inhalt der Gallenblase dick und eitrig
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Galle schwach getrübt
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Galle dickflüssig
Ty	Ty	Ty		Ty		Ty			Eitriger Inhalt der Gallenblase; im Kot Typhusbacillen
such 5									
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Gallenblase verwachsen, Galle klar
Ty	Ty	Ty	Ty*	—	Ty	—	—	—	
—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	Gallenblase verwachsen, Inhalt klar; Lungenseuche
—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	
Ty	Ty	Ty	Ty	—	—	—	—	—	Gallenblase verwachsen, rahmige weiße Galle
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Dicke gelbe Galle
Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	
Ty	Ty	Ty	Ty*	—	Ty	—	Ty*	—	Galle leicht getrübt, Leber geschwollen, brüchig, Coccidiose
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Gallenblase verwachsen, sehr klein; Inhalt wenig eitriger Schleim
zu Versuch 5									
Ty	Ty	Ty		Ty		—	Ty	Ty	Galle leicht getrübt
Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	Ty	Gallenblase verwachsen, verdickt, leer
Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	Ty	Galle eitrig getrübt
Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—	Galle klar
Ty	Ty	Ty		Ty		—	—	—	Inhalt der Gallenblase bröckliger Eiter
Ty	Ty	Ty		Ty		Ty		Ty	Gallenblase mit rahmigem Eiter gefüllt
Ty	Ty	—	—	—	—	—		—	Dicke grüngefärbte Galle

zwischen die letzte Behandlung und die Tötung regelmäßig wie schon in den früheren Versuchen eine mehrtägige Ruheperiode eingeschoben worden, während derer sie zur rascheren Entfernung der noch im Körper vorhandenen Mengen der ja meist in vitro entwicklungshemmend wirkenden Mittel reichlich Wasser erhielten.

Mit Quecksilber-Chlorkresol wurden 4 Kaninchen 13—17 mal in Dosen von 2 mg gespritzt. Bei der am 42. bezw. 44. Tag nach der Infektion vorgenommenen Sektion erwiesen sich 2 der Tiere frei von Typhusbacillen, während die beiden anderen noch in der Gallenblase, eines auch in anderen Organen infiziert waren. Bemerkenswert ist dabei namentlich, daß bei einem der frei von Virus befundenen Tiere die Galle dicken gelben Eiter, bei dem anderen wenig eitrigen Schleim enthielt.

Von den 7 Kontrollen zu dieser Versuchsreihe gingen 4 Kaninchen zwischen dem 13. und 28. Tag spontan ein, alle hatten Typhusbacillen in der Galle und in einzelnen Organen. Die 3 überlebenden und am 42. Tag nach der Infektion getöteten Kontrollkaninchen erwiesen sich gleichfalls in der Gallenblase noch infiziert, 2 davon auch in anderen Organen.

Zusammenfassung.

1. Unter 8 von Typhusbacillendauerausscheidern gewonnenen Stämmen wurde keiner gefunden, der mit einiger Sicherheit bei intravenöser Infektion eine länger währende Herdbildung in der Gallenblase erzeugte.

2. Bei der Prüfung verschiedener Stoffe auf ihren Einfluß auf die Typhusinfektion des Kaninchens hatten namentlich einige organische Verbindungen des Quecksilbers und Goldes eine Wirkung, die zu weiteren Versuchen mit ungiftigen organischen Verbindungen dieser Metalle ermutigt.

Literatur.

1. Hailer und Wolf, Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. 48, S. 8, 1914.
2. Uhlenhuth und Messerschmidt, Deutsche medizinische Wochenschrift 1912, S. 2347.
3. Hailer und Ungermann, ebenda 1912, S. 2267 und Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 47, S. 451, 1914.
4. Bindseil, Zeitschr. f. Hyg., Bd. 74, S. 369, 1913.
5. Messerschmidt, ebenda Bd. 75, S. 412, 1913.
6. Göbel, Zeitschr. f. Hyg. Bd. 78, S. 554. 1914.
7. Dörr, ebenda Bd. 39, S. 624, 1906.
8. Johnston, Journ. of medic. research, Bd. 27.
9. Morgan, Jorn. of hygiene, Bd. 11, S. 202, 1911.
10. Hailer und Rimpau, Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. 36, S. 409 (1910) und Bd. 47, S. 291, 1914.
11. Hailer und Ungermann, ebenda, Bd. 47, S. 303 (1914).
12. Feldt, Deutsche medizin. Wochenschr. 1913, S. 549.
13. Schottelius, Arch. f. Hyg., Bd. 82, S. 76 (1914).
14. Laubenheimer, Habilitationsschrift Heidelberg 1909.

Der Bleigehalt der Luft oberhalb der Bleischmelzkessel in Schriftgießereien.

Von

Technischem Rat **Dr. R. Heise,**
Ständigem Mitarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte.

Im Zusammenhange mit Erhebungen über die Bleivergiftungsgefahr bei den in Schriftgießereien tätigen Arbeitern hatte das Kaiserliche Gesundheitsamt Veranlassung, zu der Sonderfrage, ob aus den Schmelzkesseln der Typen- und Zeilengießmaschinen Bleidampf oder Bleistaub in einer für die an diesen Maschinen beschäftigten Arbeiter gesundheitsschädlichen Menge entwickelt wird, einige praktische Versuche und theoretische Berechnungen anzustellen.

Wenngleich die Ergebnisse im wesentlichen nur die bereits vorliegenden Erfahrungen bestätigen, dürfte deren Mitteilung bei der Wichtigkeit der Bleifrage doch gerechtfertigt sein.

Die Versuche wurden in der Reichsdruckerei in Berlin ausgeführt, deren Einrichtungen hierfür von der Direktion in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt worden waren.

Für den Übergang von Blei in die Luft waren die beiden Möglichkeiten der Verdampfung von Blei und der Verstäubung von Bleiverbindungen oder von Blei selbst in Betracht zu ziehen.

I. Die Verdampfung des Bleis.

In erster Linie wurden die Temperaturen der Bleischmelzen verschiedener Gießmaschinen gemessen, wobei zu bemerken ist, daß die konstruktiven Unterschiede der Maschinen für die vorliegende Frage nicht von Bedeutung sind.

Zum Schmelzen des Letternmetalls dienen bei allen Gießmaschinen für einzelne Typen, wie auch bei den Zeilengießmaschinen kleine gußeiserne Kessel von etwa 12 bis 15 cm Durchmesser, die mit den Maschinen fest verbunden sind. Einen derartigen Kessel zeigt die umstehende Figur. Bei den in der Reichsdruckerei vorhandenen Maschinen war nur der Kessel der Zeilengießmaschine mit einem Deckel versehen, alle übrigen waren offen. Über den Kesseln befanden sich Absaugtrichter. In den durch Gas geheizten Kesseln wurden, z. T. wiederholt, folgende Temperaturen gemessen:

a) in Kesseln von Typengießmaschinen:

Doppel-Schnellgießmaschine	429—449°
Komplettgießmaschine	477°
"	470°
" (große Typen) . . .	398°
" " " . . .	402°
Handgießmaschine	415°

b) im Kessel einer Zeilengießmaschine 308°

Nebenher bot sich noch Gelegenheit zu Messungen in Kesseln für Stereotypie und für Galvanohinterguß. In ersterem wurden 316°, in letzterem 425° festgestellt.

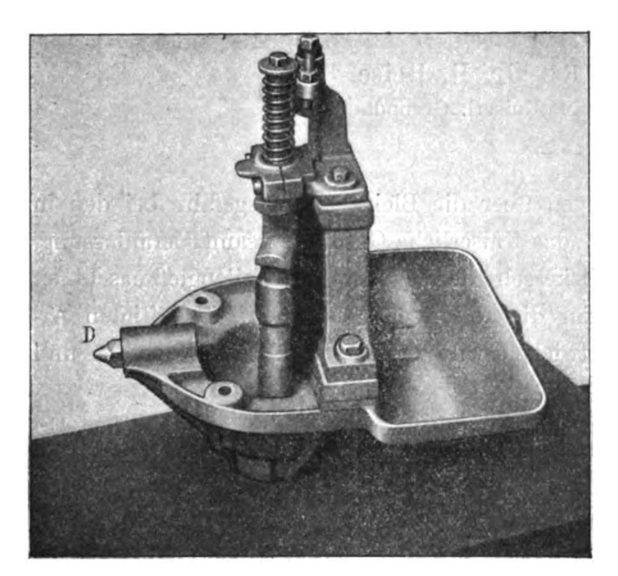


Fig. 1.

Der Befund an Typengießmaschinen (398—477°) stimmt mit den Angaben in der Literatur überein (vgl. z. B. Leymann „Die Bekämpfung der Bleigefahr in der Industrie“ Jena 1908, S. 220, wo 400—450° angegeben sind). An der Zeilengießmaschine wurden hingegen nur 308° gemessen.

Es sei bemerkt, daß die Temperatur der Schmelze an beschränkte Intervalle gebunden ist, weil bei zu kaltem Metall das sog. Bild der Typen unscharf wird, während bei zu hoher Temperatur im Typenkörper störende Blasenbildung eintritt. Die Temperatur muß bei größeren Typen niedriger gehalten werden als bei kleineren. Hiermit steht auch die auffallend niedrige Temperatur beim Zeilenguß (308°) im Zusammenhange; die hier verwendete Legierung ist überdies etwas leichter schmelzbar als das normale Letternmetall. Eine wesentliche Überschreitung der ermittelten Temperaturen und die damit verknüpfte Gefahr einer stärkeren Dampfbildung und Oxydation des Bleis ist also wegen des ungünstigen Einflusses dieser Umstände auf die erzeugten Typen kaum zu befürchten.

Die Bedingungen der Verdampfung von geschmolzenem Blei sind durch neuere wissenschaftliche und praktische Untersuchungen weitgehend geklärt worden. Besonders sind die Arbeiten von H. C. Greenwood[1]) zu erwähnen, der den Siedepunkt von Blei bei gewöhnlichem Druck zu 1525° bestimmt hat. Aus weiteren Versuchsergebnissen desselben Forschers über das Sieden von Blei unter vermindertem und erhöhtem Druck läßt sich nach den Regeln der Thermodynamik mit einer für den vor-

[1]) Proceedings of the Royal Soc. of London, A, Bd. 82 (1909) S. 396, Bd. 83 (1910) S. 483; Zeitschr. f. physikalische Chemie, Bd. 76 (1911) S. 484.

liegenden Zweck ausreichenden Annäherung berechnen, wie hoch die Dampfspannung des geschmolzenen Bleis bei Temperaturen unterhalb des Siedepunkts ist. Die Kenntnis der Dampfspannung wiederum ermöglicht anzugeben, wieviel Bleidampf im höchsten Falle sich in der mit der Bleischmelze in unmittelbarer Berührung stehenden Luftschicht befinden kann.

Die von Greenwood bestimmten, zu verschiedenen Drucken gehörigen Siedetemperaturen des Bleis sind in der Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1.
Dampfspannung von geschmolzenem Blei
für Temperaturen von 1320 bis 2100° C
(nach Greenwood).

Siedetemperatur		Druck (Dampfspannung)
t ° C	T absolute Temperatur °	p Atmosphären
1320	1593	0,138
1420	1693	0,350
1525	1798	1,00
1870	2143	6,3
2100	2373	11,7

Aus diesen Werten berechnete Greenwood die Verdampfungswärme des Bleis zu 45500 Calorien für ein Mol (= 207,2 g) Blei.

Ist die molekulare Verdampfungswärme (λ) bekannt, so kann der Dampfdruck für beliebige Temperaturen nach physikalisch-chemischen Gesetzen berechnet werden, sobald er für irgend eine Temperatur gegeben ist, wobei im vorliegenden Falle das Volumen des flüssigen Bleis im Vergleich zum Volumen des Bleidampfs vernachlässigt und die Giltigkeit der einfachen Gasgesetze für den Bleidampf angenommen werden kann; dann ist, wenn man die auf 1 Mol bezogene Konstante der Gasgesetze, wie üblich, mit R bezeichnet,

$$\ln \frac{p_1}{p} = \frac{\lambda}{R} \cdot \frac{T_1 - T}{T \cdot T_1}$$

Wählt man als bekannten Dampfdruck p_1 den von 760 mm Quecksilber bei der Siedetemperatur des Bleis, $T_1 = 1525 + 273^0 = 1798^0$, so wird für eine beliebige Temperatur T in absoluter Zählung der Dampfdruck p (in mm Hg) nach der Gleichung berechenbar:

$$\ln \frac{760}{p} = \frac{45500}{R \cdot 1798} \cdot \frac{1798 - T}{T}$$

Die Gaskonstante hat den Wert von $1{,}98 \frac{\text{Cal.}}{\text{Temp.}}$ Setzt man noch die dekadischen Logarithmen statt der natürlichen, so ergibt sich nach einer Umformung:

$$\log p = 2{,}88 - 5{,}5 \cdot \frac{1798 - T}{T}$$

als einfacher Ausdruck für die Dampfspannung des Bleis bei beliebiger Temperatur.

Um aus der Dampfspannung des Bleis seine Menge in einem gegebenen Volumen des gesättigten Bleidampfs zu berechnen, kann das Boyle-Mariottesche Gesetz, $p \cdot v = R \cdot T$, angewendet werden, wo die Gaskonstante R diesmal in $\frac{\text{Lit.-Atm.}}{\text{Temp.}}$ ausgedrückt und somit gleich 0,0821 zu setzen ist. Danach wird das Volumen (v) von 1 Mol (207,2 g) Bleidampf in gesättigtem Zustande:

$$v = \frac{0{,}0821 \cdot T}{p_{\text{Atm.}}} = \frac{760 \cdot 0{,}0821 \cdot T}{p_{\text{mm Hg}}} \text{ Liter.}$$

Das Volumen von 1 mg gesättigtem Bleidampf ergibt sich hieraus durch Division mit 207 200, und die Menge Blei (m), die in einem Liter gesättigtem Bleidampf enthalten ist, ist der reziproke Wert davon:

$$m = \frac{207\,200 \cdot p_{\text{mm Hg}}}{760 \cdot 0{,}0821 \cdot T} = 3321 \cdot \frac{p}{T} \text{ Milligramm.}$$

Tabelle 2 gibt die für Temperaturen zwischen 400 und 800° C nach obigen Formeln errechneten Werte der Dampfspannung des geschmolzenen Bleis in mm Quecksilber und den höchstmöglichen Gehalt eines Liters Luft unter den gegebenen Bedingungen in mg Blei im Liter an.

Tabelle 2.

Berechnete Dampfspannung des geschmolzenen Bleis und höchstmöglicher Gehalt der Luft an Bleidampf für Temperaturen zwischen 400 und 800° C.

Temperatur des geschmolzenen Bleis		Dampfspannung des geschmolzenen Bleis	Höchster Gehalt an Bleidampf in 1 Liter Luftraum
t °C	T absolute Temperatur °	p mm Hg	m mg
800	1073	0,14	0,43
700	973	0,016	0,055
600	873	0,001	0,004
500	773	0,00004	0,0002
400	673	0,0000004	0,000002

Aus diesen Berechnungen geht hervor, daß bei den hier hauptsächlich in Betracht kommenden Temperaturen der Bleischmelzen für Typen- und Zeilengießmaschinen zwischen 300 und gegen 500° und auch noch bei höheren Temperaturen die Verdampfung von Blei so minimal ist, daß die Dämpfe nicht einmal analytisch nachgewiesen werden können. Dabei ist besonders zu berücksichtigen, daß größere Lufträume nicht etwa den ihrer Literzahl entsprechenden Gehalt an Bleidampf aufweisen können, weil nur für einen kleinen Teil des Raumes, nämlich unmittelbar über der Oberfläche des geschmolzenen Bleis, die Luft mit Bleidampf gesättigt ist, während sie in zunehmender Entfernung immer weniger davon enthält.

Hiermit stimmen auch die Ergebnisse anderer Forscher überein. So hat in der Königl. Niederländischen Münze in Utrecht A. van Riemsdyk festgestellt, daß

chemisch reines Blei, wenn es in einem schwachen Strom von Wasserstoffgas geschmolzen und beträchtlich über der Schmelztemperatur gehalten wurde, weder mechanisch noch durch Verdampfung irgend etwas abgab. Erst beim einstündigen Erhitzen auf helle Rotglut konnte ein äußerst geringer Gewichtsverlust beobachtet werden (vgl. Chemical News, Bd. 20 (1869), S. 32; die entgegenstehende Angabe über die Versuchsergebnisse von Riemsdyk in der sogleich zu erwähnenden Abhandlung von Roth beruht auf einem irrtümlichen Referat).

In etwas größerem Maßstabe hat O. Roth[1]) in Zürich gelegentlich eine Versuchsreihe ausgeführt, indem er über einer geschmolzenes Blei enthaltenden Pfanne Luft absaugte und je 10 Liter dieser Luft durch zwei Waschflaschen mit Essigsäure leitete: der Inhalt der Waschflaschen wurde dann zur Prüfung auf Bleispuren eine Stunde mit Schwefelwasserstoff behandelt und ergab bei einer Temperatur der Schmelze von:

550° keine Veränderung,
650° bräunlich gelbe Färbung,
750° braune Färbung.

Bei diesen Versuchen war der Luftzutritt zur Bleischmelze nicht ausgeschlossen, so daß auch Bleioxyde entstehen und mit der Luft abgesaugt werden konnten; aber auch unter Berücksichtigung dieses Umstandes entspricht die bei 650° erhaltene geringe Reaktion einer höchstens nach Zehntelmilligrammen, also auf 1 Liter Luft nach Hundertelmilligrammen zählenden Bleimenge, was mit den oben berechneten Zahlen übereinstimmt. (Als Schlußfolgerung aus diesen Versuchen ist in einzelne Abhandlungen die irrige Angabe übergegangen, daß das Blei von 550° an zu verdampfen beginne.)

Neuerdings hat L. Lewin[2]) die Luft über einem größeren Bleischmelzkessel bei Temperaturen von 500—520° dadurch auf Bleidampf geprüft, daß er zu dessen Kondensation in Entfernungen von 1 und 5 cm über dem Bleispiegel Porzellantiegeldeckel befestigte. Selbst nach 20stündiger Versuchsdauer war kein Blei nachweisbar. Bei einem weiteren Versuch wurde in etwa 1 cm Höhe über dem Spiegel des 470° warmen Bleibades ein umgekehrter Trichter befestigt, an dessen Rohr ein Gefäß mit Glaswolle und eine 1 %ige Salpetersäure enthaltende Absorptionsflasche angeschlossen waren. Durch einen Aspirator wurden in 61 Min. 32 Liter Luft angesaugt. In keinem der genannten Apparatteile konnte Blei nachgewiesen werden.

Werden an Stelle von reinem Blei Bleilegierungen geschmolzen, wie es in Schriftgießereien der Fall ist, so kann die Verdampfung von Blei nur noch geringer sein; denn ebenso wie in wässerigen Lösungen, wird nach bekannten Gesetzen auch im Schmelzfluß die Dampfspannung des Lösungsmittels — hier des Bleis — durch die Gegenwart gelöster Stoffe — hier der anderen Metalle — herabgedrückt. Dementsprechend fand Leymann[3]) bei einem Versuch in der Reichsdruckerei in 60 cbm

[1]) O. Roth, Über Bleistaub und Bleidämpfe. Zieglers Beiträge zur pathologischen Anatomie usw., VII. Supplement (1905), S. 184.

[2]) L. Lewin, Die Bedingungen für die Bildung von Bleidampf in Betrieben. Ztschr. f. Hygiene u. Infekt.-Krankheiten, Bd. 73 (1913), S. 154.

[3]) Leymann, Die Bekämpfung der Bleigefahr in der Industrie. Jena 1908, S. 220.

Luft, die in unmittelbarer Nähe einer Typengießmaschine abgesaugt wurden, nicht die geringsten Spuren von Blei. Allerdings war die Luft durch ein Wattefilter gegangen, bevor sie in die Absorptionsflaschen gelangte, deren Inhalt allein geprüft wurde.

Auch Roth (a. a. O., S. 194—195) hat in Schriftgießereien Versuche angestellt; er konnte über dem Kessel einer Zeilengießmaschine bei einer Temperatur der Schmelze von 360° keine Spur Blei nachweisen. An einer Schmelze für Stereotypiewalzen, deren Temperatur nicht ermittelt wurde, erhielt er aus 8 Litern abgesaugter Luft in der Absorptionsflüssigkeit mit Schwefelwasserstoff nur eine braungelbe Färbung.

Nach alledem kann gesagt werden, daß eine gesundheitsschädliche Entwicklung von Bleidämpfen beim einfachen Schmelzen von Blei oder Bleilegierungen ausgeschlossen ist, in Übereinstimmung mit den theoretischen Berechnungen.

II. Die Verstäubung des Bleis.

Als zweite Gefahrenquelle beim Schmelzen von Blei kommt die Verstäubung von Bleioxyden oder sonstigen Bleiverbindungen oder von Blei selbst in Betracht. Daß sich bei Zutritt von Luft zu geschmolzenem Blei oder Bleilegierungen Bleioxyde bilden und daß diese Bleioxyde durch die verschiedensten Ursachen in die Luft verstäuben können, sind erwiesene Tatsachen. Der näheren Aufklärung bedurfte also nur die Frage, ob unter den an Typen- und Zeilengießmaschinen gegebenen Bedingungen die Verstäubung einen gesundheitlich bedenklichen Grad erreicht.

Der Arbeitsvorgang an den Schmelzkesseln der Typen- und Zeilengießmaschinen ist im wesentlichen folgender: Nach dem Anheizen wird das in kleinen Blöcken vorrätige Letternmetall auf den Kesselrand gelegt[1]); hier wird es bis zum allmählichen Schmelzen vorgewärmt und fließt in den Kessel über. Der bei den sog. Komplettmaschinen für Typenguß sich ansammelnde Anguß[2]) wird in einem kleinen Kasten aufgefangen und zeitweilig zum Wiedereinschmelzen in den Kessel zurückgeschüttet. Schließlich wird der an der Oberfläche der Schmelze infolge der Beimischung von Oxydationsprodukten krümelig gewordene Anteil der Legierung (die sog. Krätze) ein- oder zweimal täglich mit einem eisernen Löffel entfernt.

Durch den Gang der Maschine und die Bewegung des Preßkolbens, der das Blei in die Matrize drückt, ist das geschmolzene Blei einer fortwährenden Erschütterung ausgesetzt. Die äußere Beschaffenheit der Kessel und die Beobachtung des Arbeitsvorganges gibt jedoch keinen Hinweis darauf, daß eine dauernde Verstäubung des Kesselinhalts stattfindet; insbesondere waren, abgesehen von weißlichen Verfärbungen an einzelnen Stellen, keine staubförmigen Anflüge von Bleioxyd bemerkbar. Die Oberfläche des geschmolzenen Metalls bekommt die bekannten Anlauffarben und wird ganz allmählich krümelig grau (nicht gelb). Die gesamte Bleioberfläche beträgt in den Kesseln 1 bis 1,5, auf den Rändern bis höchstens 3,5 qdm. Beim Einschütten des Angusses wäre durch die Reibung der Metallstäbchen eine Ablösung feinster Blei-

[1]) Der Kesselrand ist bei manchen Maschinen rundherum, bei anderen auf der der Gießdüse gegenüber liegenden Seite plattenartig verbreitert.

[2]) Mit „Anguß“ wird ein keilförmiger Metallansatz bezeichnet, der sich an den Typen beim Gießen bildet; dieser wird von den Komplettmaschinen selbsttätig entfernt.

teilchen denkbar. Dem wirkt jedoch eine feine Fettschicht entgegen, die sich dem Anguß beim Durchgang durch die Maschine mitteilt, auch dauert das Aufschütten nur den Bruchteil einer Minute. Überdies ist der Schriftgießer, ebenso wie beim Abnehmen der Krätze, nicht genötigt, sich dem Kessel mehr zu nähern, als zur Ausführung dieser Arbeiten bei normaler Körperhaltung erforderlich ist. Die fettige Beschaffenheit des Angusses macht sich durch Entweichen von Fettdampf unmittelbar nach dem Einschütten in die Kessel bemerkbar.

Bei der Auswahl der Entnahmestellen für die Luftproben und bezüglich der Anzahl dieser Proben war auf den z. Z. der Untersuchung äußerst gesteigerten Betrieb der Reichsdruckerei gewisse Rücksicht zu nehmen. Es wurden im ganzen 3 Versuche von je 9stündiger Entnahmedauer mit Luftmengen von etwa 500 Litern in der Stunde, was ungefähr der mittleren Atemgröße entspricht, ausgeführt. Die eine Probe wurde über dem Kessel einer Typengießmaschine entnommen (Hauptversuch), eine zweite über einem Kessel für Galvanohinterguß[1]) und eine dritte in einem Raume, wo neben einem kleinen Bleibade zur Erwärmung von Eisenplatten nur mechanische Hilfsmittel zur Bearbeitung hintergossener Galvanos in größerer Anzahl im Betrieb waren. Schließlich wurde noch in einem Raume des Gesundheitsamts ein Kontrollversuch ausgeführt. Auf einen Versuch an der Zeilengießmaschine wurde verzichtet, weil abgesehen von der gegenwärtig gebotenen Rücksichtnahme auf den Betrieb, wie schon erwähnt, kein wesentlicher Unterschied hinsichtlich des Schmelzkessels gegenüber denjenigen an Typengießmaschinen vorhanden war; überdies waren hier die Erschütterungen durch den Gang der Maschine viel schwächer. Die Temperatur der Bleischmelze war außerdem um mehr als 100° niedriger als beim Guß einzelner Typen. Der Zutritt bewegter Luft war durch einen eisernen Deckel völlig vermieden.

Zur Luftentnahme diente ein ähnlicher Apparat, wie ihn Leymann bei seinen Untersuchungen der Luft auf Bleidampf verwendet hat. Die Luft wurde mittels einer Wasserstrahlluftpumpe angesaugt und ihre Menge durch eine Gasuhr in Verbindung mit einem Manometer gemessen. Die angesaugte Luft nebst dem mitgesaugten Staub durchstrich zunächst ein Wattefilter, in dem der Staub zurückgehalten wurde. Das Filter war 9 cm lang, sein Querschnitt betrug 1,7 qcm; es enthielt 0,6 g feinste, metallfreie Watte. Die entnommene Luftmenge schwankte zwischen 510 und 545 Liter in der Stunde. Bei der Wahl des Filterquerschnitts und der Luftmenge waren die Angaben Recknagels[2]) berücksichtigt worden. Hinter dem Filter befand sich eine gutwirkende Waschflasche, die 70 ccm Wasser und 10 ccm Essigsäure enthielt. Diese Flasche diente zur Absorption feinster, etwa durch das Wattefilter noch hindurchgegangener Anteile und etwa entweichender Bleidämpfe. Zur Bestimmung des Bleis wurde das Verfahren von H. Pick[3]) benutzt, wobei jedoch

[1]) Das Hintergießmetall für Galvanos weicht in seiner Zusammensetzung nur wenig von dem Letternmetall ab.

[2]) G. Recknagel. Die Staubuntersuchungen in gewerblichen Betrieben. Gesundheits-Ingenieur 1908, S. 294.

[3]) H. Pick, Zur Bestimmung kleinster Mengen Blei in Leitungswasser. Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamt, Bd. 48 (1915), S. 155.

an Stelle der schließlichen Titration des Bleichromats die Bestimmung des Bleis als Bleisulfid durch Schätzung nach dem Vorgange von Beck, Löwe und Stegmüller[1]) und ferner durch kolorimetrischen Vergleich mit Lösungen von bekanntem Bleisulfidgehalt vorgenommen wurde. Die Zahlenangaben im Text sind die Mittelwerte aus mehreren, übrigens gut übereinstimmenden Einzelergebnissen.

1. Versuch an der Typengießmaschine.

Die Typengießmaschine, eine sogenannte Doppel-Schnellgießmaschine, stand an einem Ende eines etwa 18 m langen Saales, in welchem außer einigen Maschinen zur mechanischen Bearbeitung von Galvanos noch zwei mit Blechmänteln und Absaugvorrichtung versehene Schmelzkessel für Galvanohinterguß in Betrieb waren. Letztere standen etwa 12 m von der Gießmaschine entfernt. Der Versuchskessel wurde gegen die in der Abbildung mit D bezeichnete Düse durch eine Asbestscheibe abgeschirmt[2]). An der entgegengesetzten Seite lag 14 cm über dem Kesselrande, möglichst nahe dem Gestänge der Presse, die Mündung des zur Aufnahme des Staubes dienenden Wattefilters. Der Versuch wurde so eingerichtet, daß an zwei aufeinander folgenden Tagen im ganzen 4,6 cbm Luft während einer 9 stündigen Arbeitszeit einschließlich 2 halbstündiger Pausen, während welcher die Kessel weitergeheizt wurden, mit einer mittleren Geschwindigkeit von 510 Litern in der Stunde entnommen wurden.

Nach Beendigung der Luftentnahme war die Watte an der Filtermündung grau gefärbt. Die kolorimetrische Bleibestimmung ergab 0,204 mg für das Filter und 0,033 mg für den Inhalt der Absorptionsflasche. Die Gesamtmenge an Blei, welche hiernach an einem 9 stündigen Arbeitstage mit 4,6 cbm Luft, bei Voraussetzung einer dauernden Atmung unmittelbar über dem Schmelzkessel, hätte aufgenommen werden können, würde rund 0,24 mg betragen haben. Nun sind aber in dem Staube neben Blei noch gewisse andere Metalle (Zinn, Antimon, Eisen) vorauszusetzen, die mit Schwefelwasserstoff dunkle Färbungen geben und deren Trennung vom Blei bei der kleinen Gesamtmenge nicht angängig ist, so daß die wirklich in Rechnung zu ziehende Bleimenge eher noch etwas hinter obiger Angabe zurückbleiben wird. Außerdem wird, ähnlich wie beim Bleidampf, auch hier mit zunehmender Entfernung vom Ausgangsort des Bleistaubes, dem Schmelzkessel, durch Verdünnung eine Verminderung des Bleigehaltes eintreten. Ob die äußerst geringe, in der Absorptionsflasche gefundene Bleimenge aus dampfförmigem Blei bestanden hat, kann zunächst dahingestellt bleiben.

Auf 1 cbm Luft berechnet sich die gesamte Bleimenge zu 0,052 mg.

2. Versuch am Schmelzkessel für Metall zum Hintergießen von Galvanos.

Das Hintergießmetall ist in seiner Zusammensetzung dem Letternmetall sehr ähnlich; auch die Temperatur im Kessel ist ungefähr die gleiche wie beim Gießen

[1]) K. Beck, Löwe u. Stegmüller. Zur Kenntnis der bleihaltigen Glasuren und deren Bleiabgabe an saure Flüssigkeiten. Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. 33 (1910), S. 239.

[2]) Das flüssige Blei wird durch eine Düse in die Typenform gespritzt. Der Asbestschirm mußte vorgesetzt werden, weil bei zufällig eintretendem ungenügenden Verschluß der Form mit dem Zurückspritzen einiger Bleitropfen zu rechnen war, die bei der niedrigen Lage des Luftfilters in dieses gelangen konnten. Außerdem war es auch nötig, die Wirkung eines etwa seitlich auftretenden Luftzuges möglichst zu verhindern.

größerer Typen. Während der Versuchsdauer wurde die Temperatur des geschmolzenen Metalls möglichst gleichmäßig gehalten. Durchschnittlich alle 2 Stunden wurden einige Löffel Metall ausgeschöpft. Die Krätze wurde mehrere Male am Tage entfernt. Die Bleioberfläche war bei einem Durchmesser des Kessels von 42 cm viel größer als bei den Kesseln der Typengießmaschinen. Der Kessel war mit einer Blechhaube versehen, die mit der Absaugeeinrichtung in Verbindung stand. Letztere war während des Versuchs abgestellt. Während des Abfüllens von Blei, das jedesmal einige Minuten dauerte, mußte der Luftentnahmeapparat entfernt werden. Die Entnahmestelle befand sich innerhalb des Mantels über der Bleioberfläche und zwar vom Kesselrand gerechnet 10 cm nach oben und 14 cm nach innen. Die Möglichkeit einer Verstäubung des Bleis im Kessel ist dem Augenschein nach noch geringer als beim Typengießkessel. Wohl aber wird bei der Hintergießarbeit, besonders in der Nähe der Pressen, flüssiges Metall verspritzt, ohne daß auch hierbei ein Verstäuben wahrgenommen werden konnte; indessen ist durch mechanische Einwirkung auf dieses am Fußboden und an Maschinenteilen anhaftende Blei die Möglichkeit einer Bleistaubbildung gegeben.

Nach der Entnahme von 4,7 cbm Luft in 9 Stunden, entsprechend 520 l/Stde., hatte sich der vordere Teil des Wattefilters grau gefärbt. Im Filter fanden sich 0,115 und in der Absorptionsflasche 0,033, also zusammen 0,148 mg Blei.

Auf 1 cbm Luft entfallen somit 0,031 mg Blei.

3. Versuch in einem Raume für mechanische Bearbeitung hintergossener Galvanos.

In einem Raum von gleicher Größe wie derjenige, in welchem die vorstehenden Versuche ausgeführt worden sind, befanden sich zahlreiche Metallbearbeitungsmaschinen in fast ununterbrochener Tätigkeit. Die Luftentnahme wurde nahe einer Querwand in 1,5 m Höhe bewirkt. Das auf Seite 21 schon erwähnte kleine Bleibad befand sich etwa 5 m von der Entnahmestelle entfernt, so daß ein Einfluß auf das Ergebnis nicht zu befürchten war. In 9 Stunden wurden 4,9 cbm Luft, entsprechend 540 l/Stde., entnommen. Das Wattefilter war am Ende des Versuchs in den vorderen Schichten grau gefärbt. Die Bleibestimmung ergab 0,11 mg. Bemerkenswert ist, daß auch hier in der Absorptionsflasche noch 0,047 mg Blei gefunden wurden. Dies deutet darauf hin, daß eine gewisse Menge Bleistaub, sei es bei der Bearbeitung selbst, sei es durch die Berührung der auf dem Fußboden liegenden Metallspäne und Typen, insbesondere wohl mit dem Schuhwerk der Arbeiter, so fein verteilt in die Luft gelangt, daß sie ein 9 cm langes Wattefilter unter den angegebenen Versuchsbedingungen zu durchdringen vermag. Die gesamte Bleimenge in 4,9 cbm Luft betrug somit 0,157, in 1 cbm 0,032 mg.

4. Kontrollversuch.

Schließlich wurde noch zur Kontrolle ein Versuch in einem gegenwärtig unbenutzten Laboratoriumsraum des Gesundheitsamts ausgeführt, wobei wiederum in 9 Stunden etwa 4,6 cbm Luft entnommen wurden. Eine erkennbare Bleireaktion wurde weder mit dem Auszuge aus dem Wattefilter, noch mit dem Inhalt der Absorptionsflasche erhalten.

Endergebnis.

Werden die bei den drei Versuchen in der Reichsdruckerei gefundenen Bleimengen auf die der durchschnittlichen Atemgröße entsprechende Luftmenge von 4,5 cbm in 9 Stunden berechnet, so ergeben sich folgende Werte:

Entnahmestelle	in 1 cbm	in 9 Stunden = 4,5 cbm
1. 14 cm über dem Kessel der Typengießmaschine .	0,052 mg	0,234 mg
2. 10 cm über dem Kessel für Galvanohinterguß . .	0,031 „	0,140 „
3. Raum für mechanische Bearbeitung von Galvanos	0,032 „	0,144 „

Die Versuche 2 und 3 zeigen, daß der Bleigehalt der Luft unmittelbar über dem großen Schmelzkessel, dessen Inhalt nur selten bewegt wurde, nicht höher war als in dem Raum, wo ausschließlich eine mechanische Bearbeitung von hintergossenen Galvanos stattfand. Die Bleimengen waren 0,031 und 0,032 mg im Kubikmeter.

In der über dem kleinen Kessel der Typengießmaschine angesaugten Luft war die Bleimenge mit 0,052 mg/cbm allerdings im Verhältnis von 5 : 3 höher als bei den vorhergenannten Versuchen; zur Beurteilung der Bedeutung dieses Mehrbetrages ist jedoch daran zu erinnern, daß die Luft in einer solchen Nähe des geschmolzenen Metalls entnommen worden ist, wie sie für die Atmung des an der Maschine beschäftigten Schriftgießers auch nicht vorübergehend in Betracht kommt. Ferner ist die Bleioberfläche bei 12 cm Kesseldurchmesser, einschließlich einer gewissen Menge geschmolzenen Metalls auf dem Rande des Kessels verhältnismäßig klein, und mit der Entfernung vom Kessel tritt eine entsprechende Verdünnung des Bleigehalts ein. Ein Teil des über den Kesseln bei den Versuchen 1 und 2 gefundenen Bleis stammt zweifellos aus der Raumluft selbst, weil auch durch mechanische Bearbeitung von Galvanos und durch die Berührung der auf dem Fußboden liegenden Abfälle von Letternmetall und Typen mit dem Schuhwerk der Arbeiter eine Verstäubung von Blei offenbar herbeigeführt wird.

Der absolute Mehrgehalt der Luft an Blei unmittelbar über dem Kessel der Typengießmaschine, gegenüber dem Gehalt in dem Raum für mechanische Bearbeitung betrug nur 0,02 mg im Kubikmeter.

Diese Ergebnisse führen zu dem Schlusse, daß aus den Gießkesseln der Schriftgießereien, insbesondere den Kesseln der Typengießmaschinen, bei normaler Arbeitsweise weder durch Verdampfen noch durch Verstäuben Bleimengen entweichen, durch die eine in gesundheitlicher Hinsicht bedenkliche Erhöhung des Bleigehalts der Raumluft zu befürchten wäre.

Die Betrachtungen und Berechnungen über Bleiverdampfung rühren von Herrn Regierungsrat Dr. Fr. Auerbach her, dem ich hierfür verbindlich danke.

Berlin, Hygienisches Laboratorium des Kaiserl. Gesundheitsamtes, im Mai 1917.

Ein neues Ausschüttelverfahren zur Bestimmung des Fettes im Kot.

Von

Technischem Rat **Dr. G. Sonntag,**

Ständigem Mitarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Das zur Ermittelung des Fettgehalts von pflanzlichen und tierischen Stoffen benutzte herkömmliche Verfahren des Ausziehens der getrockneten und gepulverten Stoffe mit Äther im Soxhletschen Apparat ist, wie schon seit längerer Zeit bekannt ist, mit Mängeln behaftet, die je nach der Art des Untersuchungsgegenstandes mehr oder minder hervortreten. Vor allem sind es die Unbestimmtheit der Zeitdauer, die zur völligen Gewinnung des Fettes jeweils erforderlich ist, und vielfach die Unmöglichkeit, das Fett dem Untersuchungsgegenstand völlig zu entziehen. Die Bestrebungen, diese Schwierigkeiten des Ausziehens trockener gepulverter Massen mit Äther auszuschalten, haben zu Verfahren geführt, nach denen die Stoffe in einer wässerigen Flüssigkeit möglichst vollständig gelöst („aufgeschlossen") werden, so daß das Fett leicht mit einem Lösungsmittel durch Ausschütteln der Flüssigkeit entzogen werden kann.

In der Nahrungsmittelchemie ist das Extraktionsverfahren nach Soxhlet zur Bestimmung des Fettes in Milch und Käse bereits allgemein durch ein Ausschüttelverfahren ersetzt worden, auch bei der Analyse von Fleisch und Fleischwaren sowie von Pflanzenstoffen haben die Ausschüttelverfahren immer mehr Anerkennung gefunden.

Namentlich haben sich diejenigen Verfahren, bei denen die zu untersuchenden Stoffe mit starken Säuren vorbehandelt werden, wegen ihrer Einfachheit und Zuverlässigkeit bewährt. So ist für die Bestimmung des Milchfettes das Gerbersche Verfahren in Aufnahme gekommen, nach dem die Milch oder Butter mit Schwefelsäure in Lösung gebracht wird. Für die Fettbestimmung in Pflanzenstoffen (Mehl, Brot, Futtermittel) sowie in Fleisch, Fleischwaren und Käse wird nach Windisch, Polenske u. a. starke Salzsäure als Aufschließmittel angewendet. Das von Baur und Barschall[1]) für die Fettbestimmung im Fleisch ausgebildete Verfahren, bei dem als Ausschließmittel starke Schwefelsäure dient, ist von Polenske[2]) eingehend nachgeprüft worden; er hat einige Ergänzungen dazu vorgeschlagen und bezeichnet es auf Grund seiner Untersuchungen als ein Verfahren, wonach der Fettgehalt in Fleisch

---

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte 1909, **30**, 55.

[2]) Ebenda 1910, **33**, 563.

und Fleischwaren genau ermittelt wird. Die weiterhin von ihm vorgeschlagene Änderung, wobei das Fett in einem aliquoten Teile der einmaligen Äther-Petroläther-Ausschüttelung bestimmt wird, bezweckt, das Verfahren mit dem für die Fettbestimmung in Pflanzenstoffen in Einklang zu bringen.

Für medizinische Untersuchungen, Stoffwechsel- und Ausnutzungsversuche wird dagegen noch fast ausschließlich das Soxhletsche Extraktionsverfahren zur Bestimmung des Fettes in Nahrungsmitteln und im Kot angewendet, hauptsächlich wohl deshalb, weil für die Fettbestimmung im Kot bis jetzt ein brauchbares Ausschüttelverfahren nicht bekannt war. Es konnte nicht statthaft sein, bei derartigen Untersuchungen für die Fettbestimmung bei den Nahrungsmitteln an die Stelle des Extraktionsverfahrens das Ausschüttelverfahren treten zu lassen, beim Kot aber das Extraktionsverfahren beizubehalten, also verschiedene Verfahren zur Ermittelung des Fettgehalts der zugeführten Nahrung und der Ausscheidungen anzuwenden.

Es lag nun nahe, das Ausschüttelverfahren von Baur und Barschall, oder das von Polenske ausgearbeitete Verfahren auch zur Bestimmung des Fettes im Kot anzuwenden.

Unter den im „Neubergschen Handbuch über die Untersuchung und Zusammensetzung des Harns sowie der übrigen Ausscheidungen und Körperflüssigkeiten von Menschen und Tieren“[1]) von O. Schumm aufgeführten Verfahren zur Bestimmung des Fettes im Kot ist das Verfahren von Baur und Barschall angegeben. Die Beschreibung enthält aber die Abänderungen, daß die zum Aufschließen anzuwendende Schwefelsäure aus einem Gemisch von gleichen Gewichtsteilen konzentrierter Schwefelsäure und Wasser bestehen und die Dauer des Erhitzens etwa 2 Stunden betragen soll, während Baur und Barschall sowie Polenske für das Aufschließen von Fleisch eine mit gleichen Raumteilen Wasser verdünnte, also beträchtlich stärkere Schwefelsäure vorschreiben[2]), wobei eine viel kürzere Einwirkungszeit — 20 bis 30 Minuten — ausreicht. In einer Anmerkung wird weiter gesagt, das für die Bestimmung des Fettgehalts im Fleisch angegebene Verfahren eigne sich auch zur Fettbestimmung in Fäces; Belege hierfür sind jedoch nicht mitgeteilt und konnten auch von mir in der einschlägigen Literatur nicht gefunden werden.

Bei meinen im physiologisch-pharmakologischen Laboratorium des Gesundheitsamts angestellten Versuchen zur Anwendung dieses Ausschüttelverfahrens auf Kot nach dessen voraufgegangener Aufschließung ergab sich zunächst folgendes:

Schüttelt man die durch Erhitzen von Kot mit starker Schwefelsäure gewonnene und mit Wasser verdünnte Flüssigkeit mit Äther oder Äther-Petroläthergemisch, so erhält man eine emulsionsartige Mischung, aus der sich die ätherische Lösung nur sehr langsam abscheidet und eine Trennung der Schichten selbst nach mehrtägigem Stehen nur unvollkommen erfolgt. Mit schwächerer Schwefelsäure ist auch bei längerem Erhitzen keine für das Ausschütteln geeignetere Flüssigkeit herzustellen als mit starker

---

[1]) Berlin. Verlag von Julius Springer. 1911, II. Teil, S. 1159.

[2]) Ein Gemisch aus gleichen Raumteilen konzentrierter Schwefelsäure und Wasser enthält etwa 63 %, ein Gemisch aus gleichen Gewichtsteilen etwa 49 % reine Schwefelsäure.

Schwefelsäure bei kurzer Erhitzungsdauer; auch hier trennt sich die Emulsion nicht in der gewünschten Weise.

Für die Praxis mußte daher das Ausschüttelverfahren nach der bei Fleisch bewährten Arbeitsweise beim Kot als unbrauchbar erscheinen.

Wie Polenske (a. a. O.) für Fleisch nachgewiesen hat, sind es noch nicht völlig gelöste Fleischfasern, die selbst in sehr kleinen Mengen beim Ausschütteln Emulsionen von hartnäckigem Zusammenhalt verursachen. In weit höherem Maße bleiben beim Erhitzen von Kot mit Schwefelsäure unvollständig gelöste Stoffe in der Flüssigkeit zurück. Durch längeres oder stärkeres Erhitzen (Kochen) können diese nicht gelöst werden und sind auch hier die Ursache dafür, daß beim Schütteln der mit Wasser verdünnten Flüssigkeit mit Äther oder einem anderen Fettlösungsmittel die Flüssigkeit in eine lange Zeit bestehenbleibende Emulsion oder Gallerte verwandelt wird. Bei Anwendung noch stärkerer als der mit gleichen Teilen Wasser verdünnten Schwefelsäure tritt bald Verkohlung und Zerstörung des Fettes ein.

Bei der Nachforschung nach Mitteln, die ein besseres Aufschließen des Kotes für das nachfolgende Ausschütteln bewirken sollten, fand ich, daß ein Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd nach dem Erhitzen des Kotes mit Schwefelsäure die entstandene Reaktionsflüssigkeit derart verändert, daß, wenn auch die Lösung des Kots nicht erreicht wird, nunmehr das Ausschütteln mit Äther oder Petroläther ohne störende Emulsionsbildung doch möglich ist. Die nach dem Erhitzen von Kot mit Schwefelsäure fast schwarz gefärbte Flüssigkeit wird heller und nach kurzer Zeit scheiden sich braune Flocken von einer fast klaren, braunroten Lösung ab, die nun ihre schleimige Beschaffenheit verloren hat. Nach dem Verdünnen und Abkühlen setzt eine so vorbehandelte Kotflüssigkeit dem Ausschütteln mit Äther keine Schwierigkeiten mehr entgegen, aus der Mischung scheidet sich die ätherische Fettlösung vielmehr schnell ab.

Die ersten derartigen Versuche wurden mit Menschenkot angestellt, einem Gemisch der aus einem früheren Stoffwechselversuch von mehreren Personen stammenden Tageskotproben. Er wurde im lufttrockenen, feingepulverten Zustand angewendet. Die in üblicher Weise[1]) zur Fettbestimmung verwendete Menge, 3,0 g, wurde mit 25 ccm des aus gleichen Raumteilen konzentrierter Schwefelsäure und Wasser bestehenden abgekühlten Gemisches in einem Erlenmeyerkölbchen übergossen; durch Umschwenken wurde eine Mischung hergestellt, die dann 10 Minuten lang am Rückflußrohr oder auch nur unter Bedecken des Kölbchens mit einem Uhrglase im Wasserbade erwärmt wurde. Dann wurden 25 ccm 3%iger Wasserstoffsuperoxydlösung hinzugefügt und weitere 30 Minuten lang bei zeitweiligem Umschwenken erwärmt. Hierauf wurde die Flüssigkeit abgekühlt, mit Wasser auf etwa 100 ccm verdünnt und nun einmal mit 100 ccm und zwei- bis dreimal mit je 50 ccm Äther-Petroläthermischung (aus gleichen Teilen bestehend) ausgeschüttelt.

Beim jedesmaligen Schütteln treten zunächst Emulsionsbildungen auf, die aber in ganz kurzer Zeit bei sanftem Schwenken des Schütteltrichters zerfallen, worauf

[1]) A. Weitzel, Die bei Stoffwechselversuchen usw. angewendeten Verfahren. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1912, 43, 304.



sich die klare, gelblich gefärbte ätherische Fettlösung von der sauren wässerigen Flüssigkeit abscheidet. Die wässerige Flüssigkeit ist dann zum größten Teil klar geworden, enthält nur im oberen Teil bräunliche Trübungen und ist von der Ätherschicht noch durch eine Schicht ziemlich scharf geschieden, in der sich die noch ungelöst gebliebenen Teilchen in Form eines emulsionsartigen, ätherhaltigen Schlammes abgelagert haben.

Die wässerige Flüssigkeit wurde jedesmal mit der darüber lagernden Schlammschicht in das Erlenmeyerkölbchen und die Ätherschicht in einen etwas trockenes Natriumsulfat enthaltenden größeren Kolben abgelassen. Die vereinigten Ätherauszüge wurden durch ein Wattefilter filtriert, der Äther abdestilliert, der Rückstand durch einen darüber geleiteten Luftstrom getrocknet, und mit reinem Petroläther gelöst. Die trübe Lösung, die nach mehrstündigem Stehen einen an der Wandung des Kölbchens haftenden Niederschlag ausgeschieden hatte, wurde durch ein Wattefilter in ein gewogenes Kölbchen filtriert, der Petroläther abdestilliert und der letzte Rest durch einen Luftstrom bei schwachem Erwärmen verjagt. Das zurückgebliebene Fett wurde im Wassertrockenschrank 2 Stunden lang bei 90 bis 95° getrocknet und dann nach mindestens einstündigem Stehen im Exsikkator gewogen.

Nachstehende Ergebnisse wurden erhalten:

Tabelle 1. Fettgehalt eines lufttrockenen Menschenkotes, bestimmt durch Aufschließen des Kotes mit Schwefelsäure und Wasserstoffsuperoxyd, Ausschütteln der so erhaltenen und mit Wasser verdünnten Flüssigkeit mit Äther-Petrolächermischung und Umlösen mit Petroläther.

Angewendete Kotmenge: 3,0 g.

gefunden g	berechnet auf %	gefunden g	berechnet auf %	gefunden g	berechnet auf %	gefunden g	berechnet auf %
a) bei dreimaligem Ausschütteln				b) bei viermaligem Ausschütteln			
0,7018	23,4	0,7062	23,5	0,6991	23,3	0,6854	22,9
0,7099	23,7	0,6968	23,2	0,7096	23,7	0,7000	23,3
0,6872	22,9	0,7076	23,6	0,7031	23,4	0,7010	23,4
0,6906	23,0	0,7112	23,7	0,7037	23,5	0,6988	23,3
0,7058	23,5	0,7022	23,4	0,6968	23,2	0,6997	23,3
0,6997	23,3	0,7045	23,5	0,7004	23,4	0,7014	23,4
0,7110	23,7						

	a)	b)
Schwankungen:	0,6872 g = 22,9 %	0,6854 g = 22,9 %
bis	0,7112 g = 23,7 „	bis 0,7096 g = 23,7 „
Mittel:	0,7026 g = 23,4 „.	0,6999 g = 23,3 „.

Mittel aus beiden Reihen = 0,7013 g = 23,35 %

(3,0 g desselben Kotpulvers ergaben bei 10 stündigem Ausziehen mit Äther im Soxhletschen Apparat 0,6248 g = 20,83 % und 0,6240 g = 20,80 % Fett.)

Getrockneter und gepulverter Hundekot ließ sich ebenso wie Menschenkot zu einer ausschüttelbaren Flüssigkeit verarbeiten. Die folgende Tabelle enthält die Ergeb-

nisse der nach dem beschriebenen Ausschüttelverfahren ausgeführten Fettbestimmungen in einigen Hundekoten. Die in der Tabelle mit + bezeichneten Werte sind von einem anderen Analytiker, Herrn Dr. Borries, nach dem gleichen Verfahren erhalten worden. Diese Parallelbestimmungen wurden ohne weitere Vorübung ausgeführt; gleichwohl zeigen die Werte gute Übereinstimmung.

Tabelle 2. Fettgehalte einiger lufttrockener Hundekote nach dem gleichen Verfahren, wie in Tabelle 1 angegeben.

Nr.	Angewandte Menge Kot g	Gefunden g	Gefunden berechnet auf %	Nr.	Angewandte Menge Kot g	Gefunden g	Gefunden berechnet auf %
1	2,0	0,3854	19,27	9	2,0	0,3616	18,08
	2,0	0,3850	19,25		1,0 +	0,1837	18,37
	1,0 +	0,1920	19,20	10	2,0	0,6942	34,71
2	2,0	0,4614	23,07		1,0 +	0,3508	35,08
	1,0 +	0,2296	22,96	11	2,0	0,4188	20,94
3	2,0	0,4122	20,61		1,0 +	0,2035	20,35
	1,0 +	0,2055	20,55	12	3,0	0,7132	23,77
4	2,0	0,4308	21,52		1,0 +	0,2396	23,96
	1,0 +	0,2162	21,62	13	3,0	0,4252	14,17
5	2,0	0,6030	30,15		2,0 +	0,2845	14,23
	1,0 +	0,3035	30,35	14	3,0	0,4180	13,93
6	2,0	0,4888	24,44		2,0 +	0,2716	13,58
	1,0 +	0,2497	24,97	15	3,0	0,2934	9,78
7	2,0	0,2527	12,64		2,0 +	0,1910	9,55
	2,0 +	0,2464	12,32				
8	2,0	0,6628	33,14				
	1,0 +	0,3315	33,15				

Daß durch Erhitzen von Fett mit der starken Schwefelsäure unter den eingehaltenen Versuchsbedingungen keine Zerstörung des Fettes eintritt, ist bereits von Polenske[1]) durch Versuche mit Rindertalg, Schweineschmalz und Butterfett festgestellt worden. Daß auch bei der beschriebenen Behandlung mit Wasserstoffsuperoxyd das Fett nicht nachweisbar angegriffen wird, habe ich noch durch folgende Versuche erwiesen:

Von wasserfreiem, filtriertem Schweineschmalz, Hammeltalg und Butterfett wurden abgewogene Mengen mit 20 ccm der mit gleichen Raumteilen Wasser verdünnten Schwefelsäure 10 Minuten lang unter häufigem Umschütteln auf dem Wasserbade erwärmt, dann dreimal mit je 10 ccm Wasserstoffsuperoxydlösung versetzt und nach jedem Zusatz wieder 10 Minuten erwärmt. Dann wurde die Mischung auf 100 ccm mit Wasser verdünnt und einmal mit 100 ccm, viermal mit je 50 ccm Äther-Petroläthergemisch ausgeschüttelt. Die ätherischen Lösungen wurden über trockenem Natriumsulfat durch Watte filtriert, der Äther wurde abdestilliert, das zurückbleibende Fett getrocknet und gewogen.

---

[1]) A. a. O. S. 571.

	Angewandt:	Wiedergefunden:
Schweineschmalz	0,3306 g	0,3302 g
	0,3551 g	0,3542 g
Hammeltalg	0,1722 g	0,1721 g
	0,2045 g	0,2048 g
Butterfett	0,3234 g	0,3234 g
	0,4870 g	0,4869 g

Ferner wurden 2,0 und 3,0 g desselben Menschenkotes, der zu den im Vorigen beschriebenen Versuchen gedient hatte, zusammen mit gewogenen Mengen verschiedener Fette in der gleichen Weise, wie oben angegeben, behandelt. Von der Gesamtmenge des nach dem Ausschütteln und Umlösen erhaltenen Petrolätherauszugs wurde das Gewicht des nach den Versuchen in der angewendeten Menge Kot enthaltenen Fettes (3,0 g = 0,7013, 2,0 g = 0,4676) abgezogen.

3,0 g Kot + 0,1302 g Schweineschmalz gaben 0,8318 g Gesamtfett;
wiedergefunden 0,8318 — 0,7013 = 0,1305 g.

3,0 g Kot + 0,1871 g Butterfett gaben 0,8386 g Gesamtfett:
wiedergefunden 0,8386 — 0,7013 = 0,1873 g.

3,0 g Kot + 0,1754 g Äthylester der Stearinsäure (technisch) gaben 0,8742 g Gesamtfett;
wiedergefunden 0,8742 — 0,7013 = 0,1729 g.

2,0 g Kot + 0,2498 g Äthylester der Stearinsäure (technisch) gaben 0,7176 g Gesamtfett;
wiedergefunden 0,7176 — 0,4676 = 0,2500 g.

Der Grad der Genauigkeit des Ausschüttelverfahrens würde sich leicht feststellen lassen, wenn man es an Kotproben von bekanntem Fettgehalt prüfen könnte. Kotproben aber, deren Fettgehalt genau ermittelt ist, stehen hierfür nicht zu Gebote, da es eben an einem zuverlässigen Bestimmungsverfahren fehlt.

Ein etwa durch tage- oder wochenlanges Ausziehen mit einem Fettlösungsmittel völlig entfetteter Kot, dem man dann durch Zusatz gewogener Mengen Fett einen gewünschten genauen Fettgehalt geben könnte, würde in seiner Zusammensetzung so verändert sein, daß er einem natürlichen fetthaltigen Kot nicht gleich zu erachten wäre. Mit einer solchen Mischung den Wert eines Fettbestimmungsverfahrens für Kot zu prüfen, würde nicht angängig sein. Es blieb auch hier nichts anderes übrig, als zu untersuchen, ob durch Abänderung der Versuchsbedingungen wesentliche Änderungen der Ergebnisse eintraten.

Im Laufe der Untersuchungen hatte sich der Umstand störend bemerkbar gemacht, daß beim Übergießen des Kotpulvers mit Schwefelsäure häufig ein Zusammenballen und Ankleben der Masse an der Wandung des Kölbchens stattfindet, so daß die Verteilung des Pulvers in der Schwefelsäure Schwierigkeiten machte. Dies läßt sich auch nicht immer dadurch vermeiden, daß man zuerst die Schwefelsäure in das Kölbchen füllt, ohne die oberen Teile der Gefäßwandung zu benetzen, die abgewogene Kotmenge auf die Schwefelsäure schüttet und dann erst umschwenkt. Leicht gelingt dagegen das Verteilen des Kotpulvers in der Schwefelsäure, wenn man es vorher im trockenen Kölbchen mit Alkohol durchfeuchtet hat. Es wurde dann beobachtet,

daß die nach dem Erwärmen mit Schwefelsäure und Wasserstoffsuperoxyd und Verdünnen erhaltene Flüssigkeit beim Ausschütteln mit Äthergemisch nicht nur eine geringere Menge der schlammigen Emulsionsschicht bildete, und daß eine schnellere Trennung der Schichten erfolgte, sondern daß auch etwas höhere Werte für Fett erhalten wurden.

Äther wird allgemein als Fettauflösungs- und Extraktionsmittel bevorzugt; er ist, worauf Polenske (a. a. O.) hinweist, anderen Fettlösungsmitteln deshalb überlegen, weil er „besser adhäriert" und sich mit Lösungen „inniger mischt". Von der Eigenschaft des Petroläthers, von allen gebräuchlichen Ausschüttelmitteln am wenigsten fremde, besonders färbende Stoffe aufzunehmen, wird ebenfalls seit langem Gebrauch gemacht, indem man an Stelle des reinen Äthers das aus gleichen Raumteilen Äther und Petroläther bestehende Äthergemisch anwendet. Unvermischter Petroläther besitzt die adhärierende Eigenschaft und Mischfähigkeit in geringerem Maße als Äther; wird ihm jedoch Alkohol zugesetzt, so erweist er sich als ebenso vortreffliche fettlösende Ausschüttelflüssigkeit wie das Äther-Petroläthergemisch.

Daß der zum Durchfeuchten des Kotpulvers angewendete Alkoholzusatz eine Erhöhung der Extraktwerte bewirkt, beruht daher wohl zum Teil auf der besseren Verteilung des Kotpulvers in der Flüssigkeit; denn diese Verteilung wird auch mit anderen, das Kotpulver leicht durchdringenden und die Benetzung mit der Schwefelsäure befördernden Flüssigkeiten, wie Chloroform, Petroläther, Essigsäure, erzielt. Zum Teil ist es aber der Alkoholgehalt der Flüssigkeit, der sie für das Ausschütteln geeigneter macht; denn bei einem Zusatz von Alkohol zu dieser werden ebenfalls höhere Werte erzielt. Schließlich kann zugesetzter Alkohol die Extraktausbeute dadurch erhöhen, daß die in dem Kot enthaltenen oder aus vorhandener Seife frei gewordenen Fettsäuren beim Erwärmen mit Schwefelsäure in Gegenwart von Alkohol kleine Mengen von Äthylester bilden. Von anderen flüchtigen Flüssigkeiten, bei denen dies nicht in Frage kommen kann, zeigte sich am geeignetsten ein Gemisch von 4 Raumteilen Petroläther und 1 Raumteil Essigsäure; setzt man von diesem Gemisch nur so viel dem Kot zu, als zum Durchfeuchten nötig ist, so wirkt das durch den Petroläther beim Erwärmen verursachte Schäumen der Kot-Schwefelsäuremischung nicht störend, befördert vielmehr das Durchmischen, und die geringe Menge der in die Flüssigkeit gelangenden Essigsäure ist ohne Bedeutung.

In einer Reihe von Versuchen wurde nun festgestellt, in welchem Grade einerseits die durch Befeuchten des Kotpulvers mit Alkohol und anderen Mitteln erzielte bessere Benetzung und Verteilung des Pulvers mit der Schwefelsäure, und anderseits der der auszuschüttelnden Flüssigkeit zugesetzte Alkohol die Menge des Ätherextrakts beeinflußt (s. Tabelle 3 (S. 32).

Das Ergebnis dieser in der Tabelle 3 zusammengestellten Versuche war, daß die Vorbehandlung des gepulverten Kotes durch Befeuchten mit Petroläther-Essigsäuregemisch, der Zusatz von etwa 20% Alkohol zu der durch Aufschließen mit verdünnter Schwefelsäure und Wasserstoffsuperoxyd gewonnenen, erkalteten Flüssigkeit und das darauf folgende Ausschütteln mit reinem Petroläther sich am besten bewährte: Das durchfeuchtete Kotpulver läßt sich leicht in der Schwefel-

Tabelle 3. Fettgehalt von Hundekot, ermittelt nach dem in Tabelle 1 angegebenen Ausschüttelverfahren unter Anwendung verschiedener Zusätze.

(g auf 100 g lufttrockenen Kot berechnet.)

Ausschüttelflüssigkeit	Zusatz	Kot 1			Kot 2		
		Zahl der Versuche	Fettgehalt		Zahl der Versuche	Fettgehalt	
				Mittel			Mittel
Äther-Petrolāthergemisch	Ohne Zusatz	8	6,29—6,68	6,4	13	16,24—16,40	16,3
	Durchfeuchten des Kotes mit Alkohol	2	7,05—7,10	7,08	1	—	16,95
	Durchfeuchten des Kotes mit Essigsäure	6	6,67—7,75	7,10	2	17,05—16,91	17,00
	Durchfeuchten des Kotes mit Petroläther	4	6,88—7,10	7,00	1	—	16,82
	Durchfeuchten des Kotes mit Chloroform	1	6,98	6,98	—	—	—
	Durchfeuchten des Kotes mit Petroläther + Essigsäure	3	7,27—7,74	7,45	8	16,91—17,02	16,95
	Zusatz von 20% Alkohol zur Reaktionsflüssigkeit	3	6,67—6,79	6,7	2	16,89—16,90	16,90
	Durchfeuchten des Kotes mit Alkohol und Zusatz von Alkohol zur Reaktionsflüssigkeit	3	7,55—7,64	7,60	—	—	—
	Durchfeuchten des Kotes mit Petroläther + Essigsäure und Zusatz von Alkokol zur Reaktionsflüssigkeit	4	7,75—7,83	7,79	5	17,14—17,64	17,38
Reiner Petroläther	Durchfeuchten des Kotes mit Essigsäure	—	—	—	2	17,16—17,18	17,17
	Durchfeuchten des Kotes mit Essigsäure und Zusatz von Alkohol zur Reaktionsflüssigkeit	—	—	—	2	17,17—17,24	17,21
	Durchfeuchten des Kotes mit Petroläther + Essigsäure	2	7,27—7,33	7,30	2	16,91—17,02	16,95
	Durchfeuchten des Kotes mit Petroläther + Essigsäure und Zusatz von Alkohol zur Reaktionsflüssigkeit	8	7,42—7,83	7,68	6	17,14—17,64	17,35

säure verteilen, beim Erwärmen tritt kein starkes Schäumen der Mischung ein, nach dem Schütteln der verdünnten, alkoholhaltigen Flüssigkeit mit Petroläther findet schnelle Scheidung der Schichten statt, so daß Petrolätherlösung und wässerige Flüssigkeit nach kurzer Zeit voneinander abgetrennt werden können, und der Petrolätherauszug ist sehr wenig gefärbt.

Löst man das nach dem Abdestillieren des Lösungsmittels erhaltene Fett in Petroläther, so bleibt nur eine kleine Menge unlöslichen Rückstandes (vergl. Tabelle 4).

Der Alkoholzusatz begünstigt also eine Auflösung von färbenden Stoffen und von solchen Verunreinigungen, die beim Umlösen mit Petroläther zurückbleiben, nicht;

es ist auch nicht sehr wahrscheinlich, daß er die Menge anderer, in Petroläther bei längerer Einwirkung löslicher Fremdstoffe erheblich vermehrt. Unter den vorliegenden Bedingungen wird Alkohol aus der wässerigen Flüssigkeit von dem Petroläther nicht, Essigsäure nur in geringer Menge aufgenommen. Es darf daher angenommen werden, daß von vornherein nur wenig Verunreinigungen in den Petrolätherauszug übergehen.

Zur Bestimmung der unter den Versuchsbedingungen in den Petroläther gelangenden Essigsäure wurde eine Mischung von 50 ccm Wasser, 25 ccm mit gleichen Raumteilen Wasser verdünnte Schwefelsäure, 5 ccm Petroläther-Essiggemisch und 20 ccm 96%iger Alkohol mit 100 ccm Petroläther geschüttelt, darauf der Petroläther abgetrennt, über Natriumsulfat getrocknet und filtriert. Als dann der Petroläther unter Schütteln mit Wasser mit $^{n}/_{10}$-Natronlauge titriert wurde, ergab sich ein Verbrauch von nur 1,5 ccm, entsprechend 0,009 g Essigsäure. Solche kleine Mengen werden beim Abdestillieren des Petroläthers der Fettlösung und Trocknen des Rückstandes leicht mit entfernt.

Versuche, das gewonnene „Rohfett“ durch nochmaliges Auflösen in reinem Petroläther und Filtrieren der Lösung zu reinigen, sind im folgenden (Tabelle 4) beschrieben: In der ersten Reihe (a) wurden die vereinigten Petrolätherausschüttelungen, nachdem das Lösungsmittel bis auf etwa 30 ccm abdestilliert worden war, in einen kleineren Kolben übergespült und darin zur Trockne gebracht; in der zweiten Reihe (b) wurde das Lösungsmittel vollständig abdestilliert, der Rückstand durch Überleiten von Luft getrocknet, mit Petroläther aufgenommen, die Lösung unter Filtrieren durch Watte in einen kleineren Kolben übergeführt und darin eingedampft. Die Rückstände („Rohfett“) wurden gewogen, dann mit 50 ccm Petroläther aufgenommen, die Lösung nach etwa 18stündigem Stehen filtriert, der Petroläther abdestilliert, der Rückstand getrocknet und gewogen: „gereinigtes Fett“.

Tabelle 4. Reinigung des Rohfettes durch Umlösen mit Petroläther.
(Menge des Rohfettes und des gereinigten Fettes in g, auf 100 g lufttrockenen Kot berechnet.)

a) Rohfett	15,38	15,58	15,60	14,91	14,56	15,11	15,88					
gereinigtes Fett	15,04	15,36	15,25	14,53	14,27	14,73	15,52					
b) Rohfett	15,17	15,48	13,07	12,80	11,31	11,22	13,00	12,96	12,11	11,93	15,67	15,74
gereinigtes Fett	15,10	15,21	12,94	12,79	11,31	11,25	12,75	12,82	12,03	11,83	15,69	15,74

Es zeigte sich, daß die Gewichtsunterschiede zwischen „rohem“ und „gereinigtem“ Fett sehr gering sind; besonders in der zweiten Reihe (b) hat das Umlösen überhaupt keine Wirkung gehabt. In diesen Fällen löste sich das getrocknete Rohfett in dem reinen Petroläther zu einer vollständig klaren, blanken Flüssigkeit, die auch bei längerem Stehen nicht trübe wurde.

In den meisten Fällen wird man also ohne Schaden für die Genauigkeit die Fettbestimmung dadurch abkürzen können, daß man den durch Abdestillieren des Petrolätherauszugs gewonnenen Rückstand nach dem Trocknen zur Wägung bringt, wenn man nur dafür Sorge getragen hat, daß die vereinigten Petrolätherauszüge völlig klare, wasserfreie Lösungen darstellen. Wie dies auf einfache Weise zu erreichen ist, wird in der ausführlichen Beschreibung des Verfahrens (S. 36) mitgeteilt. Löst sich das getrocknete „Rohfett“ in reinem Petroläther zu einer völlig klaren und auch bei längerem Stehen klar bleibenden Flüssigkeit, so ist ein Umlösen in Petroläther überflüssig.

Nachdem so die Bedingungen zur Erzielung eines möglichst reinen Fettauszugs in der beschriebenen Art der Herstellung der auszuschüttelnden Flüssigkeit und in der Verwendung von Petroläther als Ausschüttelmittel erkannt worden waen, blieb noch zu ermitteln, mit welcher Schnelligkeit das Fett der Flüssigkeit beim Ausschütteln entzogen wird. Die Ergebnisse der hierüber angestellten Versuche enthält die folgende Tabelle.

Tabelle 5. Übersicht über die Fettmengen, die bei den einzelnen Ausschüttelungen der durch Aufschließen des mit Petroläther-Essigsäure-Gemisch angefeuchteten Kotes durch Behandlung mit einem Gemisch von Schwefelsäure und Wasserstoffsuperoxyd gewonnenen, mit 20 % Alkohol versetzten Reaktionsflüssigkeit erhalten wurden.

		Menge des Fettes	
		g	in % der ermittelten Gesamtmenge
a) 3,0 g Menschenkot	1. Ausschüttelung mit 100 ccm Petroläther	0,6447	91,37
	2. „ „ 50 „ „	0,0302	4,28
	3. „ „ 50 „ „	0,0233	3,30
	4. „ „ 50 „ „	0,0033	0,47
	5. „ „ 50 „ „	0,0020	0,28
	6. „ „ 50 „ „	0,0008	0,11
	7. „ „ 50 „ „	0,0008	0,11
	8. „ „ 50 „ „	0,0005	0,07
	Gesamtmenge des durch die Ausschüttelungen gewonnenen Fettes	0,7056	99,99
b) 2,0 g Menschenkot	1. Ausschüttelung mit 100 ccm Petroläther	0,2694	86,13
	2. „ „ 50 „ „	0,0220	7,03
	3. „ „ 50 „ „	0,0090	2,88
	4. „ „ 50 „ „	0,0040	1,28
	5. „ „ 50 „ „	0,0024	0,77
	6. „ „ 50 „ „	0,0022	0,70
	7. „ „ 50 „ „	0,0023	0,70
	8. „ „ 50 „ „	0,0015	0,48
	Gesamtmenge des durch die Ausschüttelungen gewonnenen Fettes	0,3128	99,97

(Fortsetzung von Tabelle 5.)

		Menge des Fettes	
		g	in % der ermittelten Gesamtmenge
c) 3,0 g Menschenkot	1. Ausschüttelung mit 100 ccm Petroläther	0,6002	86,25
	2. „ „ 100 „ „	0,0818	11,76
	3. „ „ 100 „ „	0,0081	1,16
	4. „ „ 50 „ „	0,0020	0,29
	5. „ „ 50 „ „	0,0022	0,32
	6. „ „ 50 „ „	0,0008	0,11
	7. „ „ 50 „ „	0,0008	0,11
	Gesamtmenge des durch die Ausschüttelungen gewonnenen Fettes	0,6959	100,00
d) 3,0 g Hundekot	1. Ausschüttelung mit 100 ccm Petroläther	0,6336	93,37
	2. „ „ 50 „ „	0.0264	3,89
	3. „ „ 50 „ „	0,0118	1,74
	4. „ „ 50 „ „	0,0024	0,35
	5. „ „ 50 „ „	0,0014	0,21
	6. „ „ 50 „ „	0,0008	0.12
	7. „ „ 50 „ „	0,0012	0,18
	8. „ „ 50 „ „	0,0010	0,15
	Gesamtmenge des durch die Ausschüttelungen gewonnenen Fettes	0,6786	100,01
e) 2,0 g Hundekot	1. Ausschüttelung mit 100 ccm Petroläther	0,4222	93,66
	2. „ „ 100 „ „	0,0222	4,92
	3. „ „ 50 „ „	0,0024	0,53
	4. „ „ 50 „ „	0;0020	0,44
	5. „ „ 50 „ „	0,0012	0,27
	6. „ „ 50 „ „	0,0008	0,18
	7. „ „ 50 „ „	0,0	—
	8. „ „ 50 „ „	0,0	—
	Gesamtmenge des durch die Ausschüttelungen gewonnenen Fettes	0,4508	100,00
f) 3,0 g Hundekot	1. Ausschüttelung mit 100 ccm Petroläther	0,4305	91,48
	2. „ „ 50 „ „	0,0313	6,65
	3. „ „ 50 „ „	0,0032	0,68
	4. „ „ 50 „ „	0,0024	0,51
	5. „ „ 50 „ „	0,0014	0,30
	6. „ „ 50 „ „	0,0010	0,21
	7. „ „ 50 „ „	0,0006	0,13
	8. „ „ 50 „ „	0,0002	0,04
	Gesamtmenge des durch die Ausschüttelungen gewonnenen Fettes	0,4706	100,00

Die einzelnen Auszüge waren jeder für sich gesammelt, über Natriumsulfat getrocknet und filtriert, das nach dem Abdestillieren des Petroläthers zurückbleibende „Rohfett“ ohne weitere Reinigung getrocknet und gewogen worden.

Bei der ersten Ausschüttelung wird also schon fast die Gesamtmenge des Fettes in den Petroläther übergeführt, der vierte Auszug enthält meist weniger als 1 % der ermittelten Gesamtmenge. Eine Vermehrung der beim Ausschütteln angewendeten Menge Petroläther zeigte keinen Einfluß auf dessen Lösungsfähigkeit für Fett.

Somit kann für die Praxis ein einmaliges Ausschütteln mit 100 ccm und sechsmaliges Ausschütteln mit je 50 ccm Petroläther als ausreichend bezeichnet werden[1]).

In der folgenden zusammenfassenden Beschreibung soll nunmehr noch die eingehende Vorschrift zur Ausführung des Ausschüttelverfahrens gegeben werden.

Beschreibung des Ausschüttelverfahrens zur Bestimmung des Fettes im Kot.

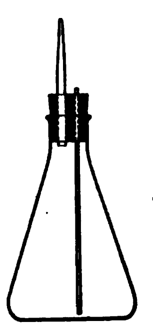
2 bis 3 g lufttrockener, gepulverter Kot werden in einem trockenen 150 ccm-Erlenmeyerkolben mit so viel eines Gemisches von 4 Raumteilen Petroläther und 1 Raumteil Essigsäure aus einer Pipette übergossen, daß die Masse durchfeuchtet wird, wozu 2 bis 3 ccm ausreichend sind. Dann läßt man etwa 5 Minuten lang stehen, setzt 20 bis 25 ccm kalter, mit gleichen Raumteilen Wasser verdünnter Schwefelsäure hinzu, verteilt die Mischung durch Umschwenken und läßt wieder etwa 5 Minuten stehen. Hierauf wird das Gemisch unter Bedecken des Kolbens mit einem Uhrglase auf dem Wasserbade 8 Minuten lang unter häufigem Umschwenken erwärmt; dann fügt man 10 ccm 3%iges Wasserstoffsuperoxyd hinzu, erwärmt weiter 10 Minuten lang und wiederholt den Zusatz von 5 ccm Wasserstoffsuperoxyd und das Erwärmen so oft, bis die Mischung sich, wie S. 27 beschrieben, geklärt hat. Hierzu sind meist im ganzen 15 bis 25 ccm Wasserstoffsuperoxyd erforderlich. Die Mischung wird nun mit Wasser auf 80 ccm verdünnt, abgekühlt und nach Zusatz von 20 ccm 96%igem Alkohol in einem Scheidetrichter mit 100 ccm Petroläther (S. P. 30—60°) ausgeschüttelt. Nach der Trennung der Schichten, die innerhalb einiger Minuten erfolgt und durch sanftes Umschwenken und Rütteln befördert wird, läßt man die wässerige Schicht mit dem darüber lagernden ätherhaltigen Schlamm (s. S. 28) in den Erlenmeyerkolben und dann die Petrolätherlösung in einen zweiten Scheidetrichter abfließen, der in folgender Weise zu einem Filtriertrichter hergerichtet ist: Man bringt in die Verjüngung des Trichters über dem Hahn einen Bausch entfetteter Watte und auf diese eine fingerdicke Schicht (etwa 15 g) entwässerten Natriumsulfats. Damit die Watte, ohne allzu dicht gestopft zu werden, in dem Trichter fest sitzen bleibt, spritzt man in den Trichter über dem Hahn einige Tropfen Alkohol; man öffnet dabei den Hahn und benutzt die ablaufenden Tropfen noch zum „Schmieren" des Hahnes. Zu den weiteren Ausschüttelungen nimmt man jedesmal 50 ccm Petroläther, schüttelt noch 6 mal aus und läßt die abgetrennten Petrolätherlösungen zu der ersten Ausschüttelung in den zweiten Scheidetrichter fließen. Wenn das Ausschütteln beendigt ist, wartet man so lange, bis die vereinigte Petrolätherlösung vollständig klar geworden ist, was gewöhnlich innerhalb weniger Minuten geschehen ist, und läßt nun die klare Fettlösung in einen trockenen Kolben abfiltrieren, wäscht den Trichter und das Filter

[1]) Hierzu werden also 400 ccm und zum Auswaschen noch etwa 100 ccm Petroläther gebraucht. Diese Mengen werden fast vollständig durch Abdestillieren wiedergewonnen und können ohne weiteres zu neuen Ausschüttelungen benutzt werden.



gut nach[1]) und spült schließlich noch den Hahn und das herausgenommene Hahnküken mit Petroläther ab. In den Kolben bringt man einige kleine Porzellansplitter, destilliert den Petroläther auf dem Wasserbade bis auf einen kleinen Rest ab und saugt unter schwachem Erwärmen einen Luftstrom durch den Kolben, bis die Flüssigkeit entfernt ist.

Will man auf weitere Reinigung des so erhaltenen Rohfettes durch Umlösen verzichten, so kann man nun das Fett in dem (vorher gewogenen) Kolben nach dem Trocknen wägen oder, da der Kolben wegen seiner Größe hierzu schlecht geeignet ist, wieder mit Petroläther aufnehmen und die Lösung dann — nötigenfalls unter Filtrieren — in einen kleineren, gewogenen Kolben überführen, in dem das Fett nach dem Abdestillieren des Petroläthers getrocknet und gewogen wird.


Fig. 1.

Zwecks Reinigung des Rohfettes durch Umlösen setzt man 50 ccm Petroläther hinzu, bringt das Fett in Lösung, läßt die Lösung bis zum nächsten Tage stehen, filtriert sie dann durch ein Wattefilter (ein Bausch Watte in dem unteren, erweiterten Teil eines mit 20 cm langem, 0,5 mm weitem Rohr versehenen Trichters) in ein einige Porzellansplitterchen enthaltendes, gewogenes Kölbchen, wäscht das Filter gut nach und destilliert dann den Petroläther auf dem Wasserbade ab, saugt einige Minuten einen Luftstrom durch das schwach erwärmte Kölbchen, trocknet das im Wassertrockenschrank liegende Kölbchen bei 95° eine Stunde lang, läßt zwei Stunden im Exsikkator über Schwefelsäure stehen und wägt.

Mit dem vorbeschriebenen Ausschüttelverfahren wird der Gehalt an petrolätherlöslichen Stoffen in dem mit Schwefelsäure aufgeschlossenen Kot bestimmt; der gewonnene Auszug enthält also neben dem Neutralfett und den freien Fettsäuren des Kotes auch die durch die Säure freigemachten Fettsäuren, die im Kot als Seifen gebunden vorhanden waren. Eine unmittelbare Vergleichung der Ergebnisse des Ausschüttelverfahrens mit denen des Soxhlet-Verfahrens ist daher nur angängig, wenn bei diesem ebenfalls eine Säurebehandlung des Kotes vorhergegangen ist, wie es geschieht, wenn auf die gesonderte Ermittelung der als Seifen vorhandenen Fettsäuren kein Wert gelegt oder aus dem Grunde verzichtet wird, weil diese Bestimmung mit mancherlei Ungenauigkeit behaftet ist. Denn einerseits werden bei langer Extraktionsdauer durch Äther auch die Seifen zum Teil zerlegt und Fettsäuren abgespalten, anderseits unterliegen die Seifen schon beim Trocknen des feuchten Kotes unter dem Einfluß von Kohlensäure, Schwefelwasserstoff usw. soweit der Hydrolyse, daß ein Teil der ursprünglich in Form von Seifen gebundenen Fettsäuren im getrockneten Kot

[1]) Zum Auswaschen mittels Petroläthers bedient man sich zweckmäßigerweise eines Spritzfläschchens, bestehend aus einem 150 ccm-Erlenmeyerkolben, durch dessen Verschlußkork neben einem zur Spitze ausgezogenen Glasrohr eine Röhre von 0,5 mm innerem Durchmesser führt, die bis fast auf den Boden des Kolbens reicht und über dem Kork kurz abgeschnitten ist (s. Abbildung).

schließlich im freien Zustand enthalten und der Auflösung durch Äther zugänglich geworden sind.

Einige vergleichende Bestimmungen nach dem Ausschüttelverfahren und dem Soxhlet-Verfahren sind ausgeführt worden und lassen, wie die folgende Tabelle 6 zeigt, erkennen, daß die nach dem Ausschüttelverfahren gefundenen Werte für den Fettgehalt des Kotes überall beträchtlich höher waren, als die Soxhlet-Werte; aus den Rückständen von den Soxhlet-Extraktionen konnte mittels des Ausschüttelverfahrens stets noch petrolätherlösliches Extrakt gewonnen werden.

In den Versuchen 1 bis 16 wurde nach dem Verfahren von Soxhlet der Ätherauszug von getrocknetem Kot nach sechsstündiger Extraktion und nach darauf folgendem nochmaligem sechsstündigen Ausziehen mit reinem, frisch über Natrium destilliertem Äther bestimmt und durch Umlösen mit Petroläther der in diesem lösliche Anteil der Extrakte ermittelt.

Tabelle 6. Ergebnisse von vergleichenden Fettbestimmungen in Kot[1]) nach dem S. 36 angegebenen Ausschüttelverfahren und nach dem Soxhlet-Verfahren.

(Angewandte Menge: 1,0 bis 3,0 g lufttrockener Kot.)

Nr.	Nach dem S. 36 angegebenen Ausschüttelverfahren	Nach dem Soxhlet-Verfahren							Aus dem Rückstand vom Ätherauszug nach dem Ausschüttelverfahren noch erhalten
		Durch sechsstündiges Ausziehen		Durch weiteres sechsstündiges Ausziehen		Durch weiteres (drittes) sechsstündiges Ausziehen		Gesamtmenge des mit Petroläther gereinigten Fettes	
		im filtrierten Ätherauszug	nach dem Umlösen mit Petroläther	im filtrierten Ätherauszug	nach dem Umlösen mit Petroläther	im filtrierten Ätherauszug	nach dem Umlösen mit Petroläther		
	g in 100 g lufttrockenem Kot								
1	17,35	11,230	10,730	0,440	0,400	1,010	0,810	11,940	4,185
2	17,35	11,260	10,680	0,440	0,360	0,725	0,405	11,445	5,220
3	7,68	5,433	5,020	0,513	0,200	0,413	0,347	5,567	—
4	7,68	5,333	5,027	0,367	0,233	—	—	5,260	—
5	7,68	5,260	4,890	0,740	0,563	—	—	5,453	1.783
6	7,68	5,133	4,793	0,613	0,457	—	—	5,250	1,767
7	17,35	11,090	10,720	1,030	0,950	—	—	12,670	5,075
8	17,35	10,735	10,460	0,910	0,845	—	—	11,305	5,090
9	4,60	3,540	3,030	0,430	0,200	—	—	3,530	1,290
10	4,58	3,460	2,960	0,390	0,130	—	—	3,090	1,300
11	18,08	15,520	15,070	0,935	0,840	—	—	15,910	2,240
12	18,37	15,358	14,970	0,735	0,685	—	—	15,655	2,490
13	5,03	4,173	3,513	0,500	0,167	—	—	3,680	1,660
14	5,05	4,103	3,440	0,473	0,167	—	—	3,607	1,830
15	23,59	20,801	20,103	1,127	1,007	—	—	21,110	4,393
16	23,69	20,767	20,427	0,993	0,913	—	—	21,340	4,173
17	13,00	—	8,76	—	1,35	—	—	10,11	2,63
18	12,96	—	8,96	—	1,10	—	—	10,06	3,05
19	15,67	12,125	—	1,44	—	—	—	13,565	1,940
20	15,74	12,210	—	1,64	—	—	—	13,845	2,020

[1]) Nr. 1—14 Hundekot, Nr. 15—20 Menschenkot.

In den Versuchen 17 bis 20 wurde der Kot nicht mit Äther, sondern (nach dem Vorschlag von W. Glikin[1]) mit Petroläther ausgezogen und der gewonnene Auszug filtriert.

Der lufttrockene, gepulverte Kot war mit der doppelten Menge Sand fein verrieben, in die Papierhülse gebracht und bei 95° mehrere Stunden getrocknet worden. Nach dem ersten sechsstündigen Ausziehen wurde die Hülse aus dem Apparat genommen und die Kotmasse nochmals im Mörser zerrieben, bevor sie für die zweite Extraktion benutzt wurde. (Von wie großem Einfluß das wiederholte Zerreiben ist, zeigt sich aus den beiden ersten Versuchen, bei denen der Hülseninhalt erst vor der dritten Extraktion nochmals zerrieben worden war.) Der mit Äther ausgezogene Hülseninhalt wurde schließlich noch dem Aufschließverfahren mit Schwefelsäure und Wasserstoffsuperoxyd unterworfen und der durch Ausschütteln mit Petroläther gewonnene, durch Umlösen gereinigte Auszug bestimmt; ferner wurde noch mit dem Kot selbst eine Fettbestimmung nach dem Ausschüttelverfahren ausgeführt.

Die größere Ausbeute an Fett nach dem Ausschüttelverfahren beruht zum Teil darauf, daß in diesem Auszug, wie erwähnt, sämtliche durch Zersetzung der im Kot vorhandenen Seifen mit Schwefelsäure entstandenen freien Fettsäuren enthalten sind, während bei den Vergleichsversuchen mit dem Soxhletschen Verfahren eine Behandlung der Kote mit Säure nicht stattgefunden hatte. Daß die höheren Werte nicht allein auf diese aus den Seifen stammenden Fettsäuren zu schieben, sondern im wesentlichen der besseren Extraktion des Kotes zu verdanken sind, zeigen die folgenden Bestimmungen, bei denen die gleichen Kotproben im Soxhlet-Verfahren einmal nach Vorbehandlung mit Säure und ein anderes Mal ohne eine solche Behandlung extrahiert wurden. (Die Säurebehandlung geschah in der Weise, daß das trockene Kotpulver, mit Alkohol verrührt, durch Zusatz von Salzsäure stark sauer gemacht und dann unter Verreiben mit Sand wieder getrocknet wurde.)

Auch im Vergleich mit den aus den angesäuerten Koten erhaltenen Soxhlet-Werten waren demnach die Extraktausbeuten nach dem Ausschüttelverfahren beträchtlich höher. Hierbei ist noch zu berücksichtigen, daß, wie bekannt, beim Soxhlet-Verfahren einerseits Stoffe mit ausgezogen werden, die nicht Fette sind, daß anderseits die übliche Zeitdauer (6 bis 12 Stunden) meist nicht genügt, die vollkommene Auslaugung des Fettes zu erreichen. Daß ferner die bei der langen Dauer der Extraktion in das Lösungsmittel übergehenden Nichtfettstoffe durch Umlösen mit Petroläther nur unvollkommen entfernt werden, ist von Glikin (a. a. O.) für den aus Fleischmehl mit Äther gewonnenen Auszug nachgewiesen und von O. Folin und A. Wentworth[2]) für den mit Chloroform erhaltenen Auszug aus Kot beobachtet worden.

Trotz der Verunreinigung durch Nichtfettstoffe ist die Menge des nach Soxhlet gewonnenen Auszugs geringer als die des nach dem beschriebenen Ausschüttelverfahren erhaltenen Auszugs.

---

[1]) Pflügers Arch. f. d. gesamte Physiologie 1903, 95, 139 und W. Glikin, Methodik der Stoffwechselanalyse. Leipzig 1916, S. 66.

[2]) Journ. of Biolog. Chemistry 1910, 7, 421.

Tabelle 7. Ergebnisse von vergleichenden Fettbestimmungen im Kot[1]) nach dem S. 36 angegebenen Ausschüttelverfahren und nach dem Soxhlet-Verfahren.

(Fett in allen Fällen mit Petroläther gereinigt.)
(Angewandte Menge: 2,0 g lufttrockener Kot.)

Nr.	Nach dem S. 36 angegebenen Ausschüttelverfahren	Nach dem Soxhlet-Verfahren		
		Kot nicht mit Säure vorbehandelt	Kot mit Salzsäure vorbehandelt	Extraktionszeit
	g in 100 g lufttrockenem Kot			
1	15,67	18,57	14,84	12 Stunden
2	15,74	18,85	14,62	
3	12,80	11,06	11,88	
4	12,86	10,69	11,64	
5	12,18	9,84	10,45	6 Stunden
6	12,10	9,78	10,58	
7	11,97	10,16	10,72	
8	12,08	10,27	10,59	
9	10,60	7,36	9,09	
10	10,53	7,34	9,13	
11	9,02	5,77	7,11	12 Stunden
12	9,01	5,76	7,20	
13	26,90	19,95	26,15	
14	26,85	19,43	25,88	

Beim Ausschüttelverfahren wird von vornherein der wenig Verunreinigungen aufnehmende Petroläther als Fettlösungsmittel angewendet; auch die durch allzu langes Extrahieren hervorgerufene Vermehrung der Verunreinigungen entfällt, denn beim Soxhlet-Verfahren kommt bei dem immer erneuten Umlauf des destillierenden Äthers eine sehr viel größere Menge Äther mit dem Kot in Berührung; die Gelegenheit, schwer lösliche Nichtfettstoffe zu lösen, ist also weit günstiger als beim Ausschüttelverfahren, bei dem eine beschränkte Menge Lösungsmittel angewendet wird. Die Zeitdauer des Extrahierens unterliegt dabei keiner unsicheren Beurteilung; schon beim ersten Ausschütteln wird die Hauptmenge des Fettes (rund 90%) erhalten (s. S. 34/35). Im einzelnen Falle würde sich die Beendigung der Extraktion leicht feststellen lassen, da ja nur die mit zwei aufeinander folgenden Ausschüttelungen erhaltenen Fettmengen gesondert bestimmt zu werden brauchen.

Man hat daher größere Sicherheit dafür, daß die Gesamtmenge der im Kot vorhandenen petrolätherlöslichen Bestandteile herausgelöst zu haben und ein viel weniger verunreinigtes Fett zur Wägung zu bringen, kann daher den gefundenen Werten eine weit größere Genauigkeit zuschreiben als den mit dem Soxhlet-Verfahren gewonnenen, auch wenn bei diesem die Extraktionsdauer sehr lang ausgedehnt und der erhaltene Auszug durch Umlösen mit Petroläther gereinigt wird.

Handelt es sich somit bei der Untersuchung des Kotes — besonders für Stoffwechselversuche — um die Ermittelung des Fettgehaltes einschließlich der freien und gebundenen Fettsäuren durch Bestimmung der gesamten petrolätherlöslichen Bestandteile

[1]) Nr. 1—8 Menschenkot, Nr. 9—14 Hundekot.

des sauren Kotes, so unterliegt es keinem Zweifel, daß die Ermittelung des Gehalts an diesen Bestandteilen nach dem neuen Ausschüttelverfahren zu genauen und sicheren Ergebnissen führt und in dieser Hinsicht jedenfalls dem Bestimmungsverfahren durch Ausziehen des Kotes im Soxhletschen Apparat überlegen ist.

Weitere Vorteile des Ausschüttelverfahrens sind die, daß es frei ist von der Unbequemlichkeit, aus dem Kot eine durch Verreiben mit Sand für die Extraktion geeignete, völlig trockene, fein gepulverte, dem Lösungsmittel eine möglichst große Oberfläche darbietende Masse zu bereiten; beim Ausschüttelverfahren braucht der Kot nur als lufttrockenes Pulver verwendet zu werden.

Das Ergebnis einer Fettbestimmung nach dem Ausschüttelverfahren ist ferner in kürzerer Zeit zu erhalten. Abgesehen von dem Wegfall der beim Soxhlet-Verfahren notwendigen längeren Vorbereitung des Kotes durch Zerreiben mit Sand und vollständiges Trocknen ist die eigentliche Analyse, die Herstellung der Kotflüssigkeit in zwei Proben (Parallelbestimmungen), Ausschütteln, Filtrieren des Ätherauszugs, Abdestillieren des Äthers, in etwa drei Stunden bewältigt; das Trocknen, Erkaltenlassen und Wägen erfordert noch etwa vier Stunden, so daß, wenn man die Reinigung des Fettes mit Petroläther nicht vornimmt, der Fettgehalt des Kotes in höchstens acht Stunden ermittelt sein kann. Reinigt man das Rohfett durch Umlösen mit Petroläther, so braucht man für die Bestimmung etwa die gleiche Zeit wie beim Soxhletschen Verfahren für das ungereinigte Ätherextrakt.

Das Ausschüttelverfahren der beschriebenen Art bedarf endlich nur einfacher und leicht zu beschaffender Hilfsmittel (Schütteltrichter statt Soxhlet-Apparat, Verwendung des durch Destillation leicht rein darzustellenden Petroläthers statt des erst durch Auswaschen mit Wasser alkoholfrei und durch Trocknen und Destillieren über Natrium wasserfrei zu machenden Äthers), so daß es auch von einem nicht darauf Eingeübten ohne Schwierigkeit auszuführen ist.

Demgegenüber bietet das Soxhlet-Verfahren nur den Vorteil der Ersparung von Zeit während der selbstätigen Wirkung des Extraktionsapparates, die für diesen Teil der Analyse keine besondere Arbeitsleistung beansprucht.

Zusammenfassung.

1. Zur Bestimmung des Fettes im Kot wurde ein Ausschüttelverfahren angegeben, das ermöglicht, den getrockneten Kot in kurzer Zeit mit Petroläther erschöpfend zu extrahieren, und auf einfache Weise einen reinen Petrolätherauszug zu erhalten, in dem das Fett und die freien, sowie die aus den Seifen abgespaltenen Fettsäuren enthalten sind.

2. Die bekannte Schwierigkeit und Unsicherheit, die vollständige Bestimmung des Fettes im Kot mit dem bisher allgemein angewandten Soxhletschen Verfahren zu erreichen, wurde durch Versuche bestätigt, bei denen die mit dem neuen Ausschüttelverfahren erhaltenen Werte stets die Soxhlet-Zahlen übertrafen.

3. Das wegen der selbstätigen Wirkung des Extraktionsapparates bequeme Soxhlet-Verfahren mag da, wo es bei der Fettbestimmung im Kot auf die Ersparung von Arbeitsleistung und weniger auf strenge Genauigkeit ankommt, beibehalten werden; in allen anderen Fällen wird es durch das beschriebene Ausschüttelverfahren zu ersetzen sein.



Experimentelle Untersuchungen über die Spirochaete der Weilschen Krankheit (Icterus infectiosus).

Von

Geheimem Regierungsrat Prof. **Dr. Haendel**,
Direktor im Kaiserl. Gesundheitsamte,

Regierungsrat **Dr. Ungermann**,
Mitglied des Kaiserl. Gesundheitsamtes

und Kreisarzt **Dr. Jaenisch**,
Stellvertretendem Leiter des Königl. Medizinaluntersuchungsamtes in Danzig, früherem wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte.

Das Auftreten von Erkrankungen an Weilscher Krankheit hatte Hübener und Reiter (1) sowie Uhlenhuth und Fromme (2) Veranlassung gegeben, im Felde über das Wesen und die Ursache der übertragbaren Gelbsucht experimentelle Untersuchungen anzustellen, welche zu einer völligen Klärung der Ätiologie dieser Krankheit geführt haben.

Durch intraperitoneale Verimpfung von Blut der Erkrankten auf Meerschweinchen war es den genannten Autoren gelungen, die Krankheit auf diese Tiere zu übertragen und bei ihnen ein der menschlichen Erkrankung entsprechendes Krankheitsbild hervorzurufen. In ihrer ersten Arbeit konnten Uhlenhuth und Fromme bereits mitteilen, daß die Erkrankung durch eine Spirochaete hervorgerufen wird, für die sie später den Namen Spirochaeta icterogenes (3) vorschlugen. Auch von Hübener und Reiter (4) wurde bei ihren weiteren Untersuchungen die Spirochaetennatur des Erregers festgestellt, nachdem sie zunächst in Blut- und Gewebsausstrichen infizierter Tiere von ihnen beobachtete, fadenartige, an Geiseln von Trypanosomen erinnernde Gebilde beschrieben, sowie auch Kalaazarähnliche Formen mit dem Erreger in Zusammenhang gebracht und angegeben hatten, daß das Virus der Krankheit filtrierbar sei.

Mit der von den deutschen Forschern erhobenen Feststellung des Erregers der Weilschen Krankheit stehen die Ergebnisse einer nachträglich in Deutschland bekannt gewordenen, aus dem Rockefeller Institut in New York hervorgegangenen Arbeit von Inada, Ido, Hoki, Kaneko und Ito (5) in Einklang, wonach es auch in Japan gelungen war, bei einer dort unter Bergarbeitern aufgetretenen und unter dem Bilde der ansteckenden Gelbsucht verlaufenen Krankheit eine Spirochaete als Erreger nachzuweisen.

Anfang Februar 1916 waren dem Gesundheitsamte von Herrn Geheimrat Uhlenhuth durch Herrn Professor Otto in dankenswerter Weise einige mit Weilscher Krankheit infizierte Meerschweinchen zur Verfügung gestellt worden zu experimentellen Untersuchungen, über deren bisherige Ergebnisse nachstehend berichtet werden soll.

Die uns überwiesenen Meerschweinchen kamen in schwer krankem Zustande an und zeigten das von den deutschen Autoren beschriebene typische Krankheitsbild, deutliche Gelbfärbung der Haut und der sichtbaren Schleimhäute. Besonders auffallend war die starke ikterische Verfärbung der Skleren. Bei der Betrachtung im Dunkelfeld konnten sowohl im Blut wie in der Peritonealflüssigkeit der Tiere ziemlich zahlreich lebhaft bewegliche Spirochaeten festgestellt werden. Dabei fiel schon bei der Besichtigung dieser ersten Präparate auf, daß die Bewegung dieser Spirochaeten in einer von der der andern pathogenen Spirochaeten abweichenden Weise erfolgt. Mit Leberbrei von den getöteten Meerschweinchen wurden weitere Tiere geimpft und der Spirochaetenstamm in der Folge in fortlaufenden Passagen mehrere Monate teils durch inkardiale, in der Regel aber durch intraperitoneale Impfung von Blut, Leberbrei oder Peritonealexsudat von Meerschweinchen weiter gehalten. Nachdem die Untersuchungen hier zur Reinzüchtung der Spirochaete auch außerhalb des Tierkörpers im Reagenzglase geführt hatten, wurden für die Versuche weiterhin dann auch solche Kulturstämme benutzt.

Morphologisches Verhalten der Spirochaete.

Uhlenhuth und Fromme beschreiben in ihren Arbeiten den Erreger der Weilschen Krankheit als sehr schlanke, zarte Spirochaete mit flachen Windungen, die sich bei der Betrachtung im Dunkelfeld mit wurmähnlichen Krümmungen und zum Teil rollenden Bewegungen mäßig lebhaft durch das Gesichtsfeld bewegen. Sie treten wegen ihrer Feinheit nicht so deutlich hervor wie die Rekurrensspirochaeten oder wie die Spirochaeta pallida. An den Enden scheinen sie mehr abgerundet bisweilen stärker lichtbrechend. Mitunter sieht man hier stärker lichtbrechende Körnchen. Auch kann man hie und da besonders an den Kulturspirochaeten sehr feine enge Windungen erkennen. Im gefärbten Giemsapräparat zeigen sie keine typischen Windungen wie die Pallida- oder Recurrensspirochaeten, sondern weisen bizarre Schlängelungen, Krümmungen, Ringformen und Schleifenbildungen auf, bisweilen sieht man an beiden Enden eine Krümmung nach der gleichen Richtung, so daß kleiderbügelartige Formen entstehen. An den Enden zeigen sich häufig kleinste knopfartige Verdickungen, die sich bisweilen auch in der Mitte oder mehr nach den Enden zu finden. Hier und dort sieht man auch kleine ösenartige Gebilde an einem Ende. Die Größe der Spirochaete ist nach den Angaben der beiden Autoren verschieden. Meist sind sie länger als der Durchmesser einer roten Blutzelle, bisweilen so lang wie der Umfang eines roten Blutkörperchens. Oft sind sie kurz und kommaförmig. Außer der Giemsafärbung empfehlen die Autoren zur Schnellfärbung die Fontanesche Versilberungsmethode und für die Schnittfärbung die Färbung nach Levaditi.

Nach den Beobachtungen von Hübener und Reiter zeigen die Spirochaeten bei der Betrachtung im Dunkelfeld die für Spirochaeten typische Eigenbewegung, Rotation, Flexion, Vor- und Rückwärtsbewegung, wobei die Enden besonders beweglich erscheinen. Im Giemsapräparat zeigen nach den Angaben dieser Autoren die Spirochaeten keine Regelmäßigkeit in Größe und Windungen. Oft sind die Spirochaeten lang gestreckt wie gedehnt, und nur die Enden erscheinen ein wenig umgeschlagen. Ist der Umschlag vollständig, so entstehen Ösen und Schleifenformen, oder die Spirochaeten zeigen große Windungen. Nur selten macht die Art der Windungen den Eindruck einer gewissen Regelmäßigkeit. Häufig sieht man an einem Ende der Spirochaete ein sich ebenfalls mit Giemsafärbung rot färbendes Knöpfchen, so daß dann mehr kaulquappenähnliche Bilder entstehen. Zuweilen scheinen von solchen Knöpfchen die Geiselgebilde büschelförmig

auszustrahlen, auch kann man Knöpfchenbildung in den Spirochaeten beobachten. Nach diesen von ihnen beobachteten Knöpfchenbildungen haben Hübener und Reiter für die Weilsche Spirochaete den Namen Spirochaeta nodosa vorgeschlagen.

Später hat Reiter (6) nach Beobachtungen im Dunkelfeld an Kulturspirochaeten diese Angaben noch dahin ergänzt, daß man an beiden Enden der Spirochaete meist entgegengesetzt umgebogene Endstrecken sieht, die auch eine stark schlagende Bewegung zeigen, und daß man unter Umständen im Leib der Spirochaeten körnchenartige Gebilde bemerkt, die das Aussehen der Spirochaeten perlschnurartig verändern. Auch im Giemsapräparat beschreibt er Formen mit seitlichen Anhängen, Verästelungen und Fransen und hebt als auffällig hervor, daß sich schon in jungen Kulturen Spirochaeten finden, an denen solche Knötchen deutlich hervortreten, die teils dem Leib der Spirochaete direkt angelagert sind, teils an kurzen Verbindungsfädchen stengelartig aufsitzen. Reiter neigt dazu, solche an lebenskräftigen Spirochaeten beobachteten Knötchen als gewachsene Knospen aufzufassen, die eventuell für eine weitere Vermehrung der Spirochaeten in Betracht kommen und, als Ruhestadien oder Dauerformen, Entwicklungsstadien der Spirochaeta nodosa darstellen, welche bakteriendichte Filter zu passieren vermögen.

Inada und seine Mitarbeiter beschreiben die von ihnen festgestellte Spirochaeta, welche sie mit dem Namen Spirochaeta ictero-haemorrhagica bezeichneten, als in eigenartiger Weise abwechselnd aus stärker und schwächer lichtbrechenden Körnchen zusammengesetzt, wodurch die Spirochaete ein rosenkranzartiges Aussehen erhält.

Bei der Aufnahme unserer Untersuchungen war uns, wie bereits erwähnt, schon bei der Besichtigung der ersten Präparate von Blut und Peritonealflüssigkeit der erkrankten Tiere im Dunkelfeld aufgefallen, daß die Bewegungsart der beobachteten Spirochaeten gegenüber der Bewegungsweise der bisher bekannten pathogenen Spirochaeten ein deutlich abweichendes Verhalten zeigte. Man konnte zwar auch bei den gut und lebhaft beweglichen Individuen der neu gefundenen Spirochaete ebenfalls eine ziemlich rasche geradlinige Vor- und Rückwärtsbewegung beobachten. Die Bewegung erfolgte dabei jedoch nicht in der schraubenartig bohrenden Weise, wie sie für die übrigen bisher bekannten pathogenen Spirochaeten charakteristisch ist. Vielmehr besteht die natürliche Bewegungsweise der Spirochaeta icterogenes bei den gut und lebhaft beweglichen Individuen in einem quirlartigen, blitzschnellen Rotieren des ganzen Spirochaetenkörpers um die Längsachse, wobei die beiden Enden in ganz typischer Weise hakenförmig umgebogen gehalten werden. Dadurch entstehen die von Uhlenhuth und Fromme erwähnten Kleiderbügelformen, indem die Spirochaeten das Aussehen eines um die Längsachse rotierenden C oder S bilden. In dichteren Medien, oder wenn die natürliche, freie Bewegungsweise der Spirochaeten durch irgendwelche andere Umstände oder Ursachen nicht mehr in völlig ungehemmter oder lebenskräftiger Weise möglich ist, zeigen die Spirochaeten mannigfache andere Bewegungsformen. So kann die Bewegung dann in wurmartigen Krümmungen oder in schlängelnden Windungen des ganzen Spirochaetenkörpers erfolgen, oder das eine oder beide Spirochaetenenden führen zum Teil bei ruhendem Mittelstück des Spirochaetenkörpers für sich lebhaft schlagende Bewegungen nach den verschiedensten Richtungen aus. Mitunter sieht man auch ein uhrfederartiges, völliges Zusammenringeln und wieder Aufschnellen der einzelnen Individuen. Die eigenartige, von der der übrigen Spirochaeten abweichende Bewegungsweise findet, wie die Betrachtung der Spirochaeten im Dunkelfeld, im Tusche- und im gefärbten Präparat übereinstimmend ergab, ihre Erklärung in dem besonderen Bau der Weilschen Spirochaete.

Sowohl bei der Besichtigung der lebenden Spirochaeten, wie bei der Betrachtung von Tusche- oder gefärbten Präparaten läßt die Spirochaeta icterogenes eine ausgesprochene Dreiteilung ihres Körpers erkennen, indem sich bei ihr ein in der Regel größeres, dickeres, meist starres und gerade gestrecktes Mittelstück von den beiden kleineren, unter sich gleich großen und sich nach der Spitze zu stark verjüngenden Endstücken deutlich absetzt. Beide Enden tragen an ihrer Spitze je ein rundes Endkorn. Auch kommt ihnen außerdem von der Absetzungsstelle von dem Mittelstück an eine besondere, von den Bewegungen des Mittelstücks unabhängige, aktive Bewegungsfähigkeit nach den verschiedensten Richtungen zu. Die natürliche, rotierende Bewegungsweise der Spirochaeta icterogenes kommt nun dadurch zustande, daß die beweglichen Enden hakenförmig umgebogen sehr schnell quirlartig schlagen und dadurch eine außerordentlich rasche Rotation des ganzen Spirochaetenkörpers um seine Längsachse bewirken. Durch das hakenförmige Umgebogensein der quirlartig schlagenden Endstücke entstehen dabei die geschilderten C- und S-formen der Spirochaete. Wenn diese natürliche Bewegungsweise aus irgendwelchen Ursachen gehemmt oder gestört ist, dann sieht man den einen Endteil oder beide Endstücke der Spirochaete mehr oder weniger lebhafte, unregelmäßige, peitschenartig schlagende Bewegungen nach den verschiedensten Richtungen ausführen. Dabei kann das Mittelstück der Spirochaete ruhig und gerade gestreckt bleiben, oder ebenfalls an der Bewegung durch stärkere oder schwächere Schlängelungen und Windungen teilnehmen. Dadurch entstehen dann die erwähnten wurmartigen Krümmungen und schlängelnden Windungen des ganzen Spirochaetenkörpers. Bei schneller Fixierung erhält man in dem gefärbten Präparat bei diesen Bewegungsformen je nach der Lage, in welcher sich die Enden und der Mittelteil der Spirochaete bei der Fixierung gerade befinden, die verschiedensten und mannigfachsten Bilder.

Die so durch eine gewisse Flexibilität auch des Mittelteils des Spirochaetenkörpers entstehenden Schlängelungen und unregelmäßigen, mehr oder weniger flachen Windungen der Spirochaeten sind aber nicht als die eigentlichen Spirochaetenwindungen anzusehen oder den Spirochaetenwindungen der anderen Spirochaeten gleichzustellen. Vielmehr kann man sowohl an der lebenden Spirochaeta icterogenes im Dunkelfeld wie am Tusche- und gefärbten Präparat von ihr erkennen, daß außerdem und unabhängig davon der ganze Spirochaetenkörper ganz regelmäßige, feinere, enge Windungen aufweist, welche bei den erwähnten unregelmäßigen, mannigfachen Flexionsbewegungen des Spirochaetenkörpers unverändert erhalten bleiben und die echte Spirale bilden. Wenn Uhlenhuth und Fromme zunächst erwähnten, daß ihre Spirochaete im Giemsapräparat keine typischen Windungen zeigt, und auch den anderen Autoren die Darstellung dieser eigentlichen Spiralwindungen im gefärbten Präparat anfänglich nicht gelungen ist, so dürfte dies auf der Art der Fixierung und Färbung der Präparate beruhen. Jedenfalls lassen sich diese Windungen nicht nur im Dunkelfeld an der lebenden Spirochaete erkennen, sondern nach den Feststellungen von M. Zülzer (7) auch im Tusche- und gefärbten Präparat sichtbar machen[1]). Im letzteren Fall ist dazu jedoch rasche und sorgfältige

[1]) Inzwischen sind diese feinen eigentlichen Spiralwindungen auch von Hoffmann und Habermann (Deutsche med. Wochenschrift 1917, Nr. 23) und von Dietrich (Zeitschrift für Immunitätsforschung und experimentelle Therapie Bd. 26, Heft 6) im gefärbten Präparat festgestellt worden.



Fixierung der Präparate mit Osmiumdampf und die Vermeidung der Überfärbung erforderlich. Bei überfärbten Präparaten treten die Spiralwindungen nur nach vorsichtiger Differenzierung in Erscheinung. Auch eine deutliche färberische Darstellung der Endknöpfe gelingt nur bei entsprechendem Vorgehen. Am besten bewährte sich bei unseren Versuchen die Färbung mit Giemsa- oder Altmannscher May-Grünwald-Lösung. Über die Einzelheiten der benutzten Färbetechnik und über die zweckmäßigste Darstellungsweise der Spirochaeten wird von M. Zuelzer in der nachstehenden Arbeit ausführlich berichtet, es soll daher des näheren hierauf an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Hier sei nur erwähnt, daß sich nach den Untersuchungen von M. Zuelzer die feinen, regelmäßigen Windungen nicht vollständig bis zu den Enden der Spirochaete erstrecken, sondern den letzten Teil der die Endknöpfchen tragenden Endspitzen der Spirochaete freilassen. Die beiden von den Spiralwindungen frei bleibenden, nicht geringelten äußersten Endspitzen bilden, wie sich durch entsprechend weitgehende Differenzierung und Entfärbung sichtbar machen läßt, die Enden eines die ganze Spirochaete durchziehenden Fadens, welcher als Zentral- oder Achsenfaden aufzufassen ist. Auch an der lebenden Spirochaete lassen sich diese Strukturverhältnisse, worauf wir nachher noch zurückkommen, durch Behandlung mit Chemikalien und Immunserum darstellen. Nach diesen Strukturverhältnissen zeigt die Spirochaeta icterogenes den Bau einer echten Spirochaete, indem der Spirochaetenkörper als Plasmaspirale in regelmäßigen, engen Windungen einen zentral gelegenen Achsenfaden umwindet. Nur die äußersten an ihrer Spitze ein rundes Endkörnchen tragenden Enden des Achsenfadens werden bei dieser Spirochaete nicht mehr von der Plasmaspirale umwunden, sondern ragen noch eine kurze Strecke frei aus ihr hervor.

Die Spirochaeta icterogenes ist noch etwas feiner als die Spirochaeta pallida. Sie zeigt nach den Messungen von Zuelzer in der Peritonealflüssigkeit infizierter Meerschweinchen — auf ihr Verhalten bei anderen Tieren kommen wir bei der Besprechung des kulturellen Verhaltens noch zurück — eine ziemlich konstante Breite von 0,2 μ. Ihre Länge weist dagegen recht beträchtliche Schwankungen auf und kann zwischen 6 und 20 μ schwanken. Die gewöhnliche Durchschnittslänge beträgt etwa 12—15 μ. Dabei ist jedoch hervorzuheben, daß die beträchtlichen Schwankungen hinsichtlich der Länge sich nur auf das eigentliche Mittelstück erstrecken, während die beiden beweglichen Endstücke bei kürzeren Spirochaeten jeweils eine ziemlich gleichbleibende, konstante Länge aufweisen.

Kulturelles Verhalten der Spirochaete.

Die Tatsache, daß sich bei der Besichtigung im Dunkelfeld im Blute und namentlich in der Peritonealflüssigkeit der infizierten Meerschweinchen Spirochaeten in ziemlich großen Mengen feststellen ließen, und daß in der Peritonealflüssigkeit bei längerer Beobachtung nicht selten Vermehrungsvorgänge durch Querteilungen zu beobachten waren, legte den Gedanken nahe, diese Körperflüssigkeiten, welche bei den infizierten Tieren die Erreger gleichsam schon in Reinkultur enthielten, sowohl als Ausgangsmaterial für Züchtungsversuche der Spirochaeten außerhalb des Tierkörpers

im Reagenzglase und gleichzeitig auch als Nährboden für diese Versuche zu benutzen. Die Gewinnung einer Reinkultur der Spirochaeten außerhalb des Tierkörpers erschien einmal schon deshalb von Bedeutung, weil bei erfolgreicher Züchtung der Spirochaeten im Reagenzglase in fortlaufenden Passagen dann die Möglichkeit gegeben war nach einer Reihe von Nährbodenpassagen mit der Reinkultur wieder die spezifische Erkrankung experimentell zu erzeugen und damit einen neuen, wichtigen Beweis für die aetiologische Bedeutung dieser Spirochaete als Erreger der Weilschen Krankheit zu erbringen. Außerdem war zu erwarten, daß eine solche Kultur nicht nur ein wesentlich besseres Untersuchungsmaterial als die spirochaetenhaltigen Gewebsflüssigkeiten zur Erforschung des morphologischen und biologischen Verhaltens der Spirochaete bieten würde, sondern daß sich mit ihrer Hilfe auch über die Immunitätsverhältnisse und über die spezifischen Antikörper Reaktionen bei dieser Krankheit leichter Klarheit gewinnen lassen würde. Schon die ersten nach dieser Richtung aufgenommenen Versuche waren erfolgreich. Es ist hierüber von Ungermann (8) an anderer Stelle bereits berichtet und in der nachstehenden Arbeit das von ihm ausgearbeitete Verfahren ausführlich geschildert. Für die ersten Versuchsreihen waren ausschließlich Zellmaterial und Körperflüssigkeiten vom Meerschweinchen und zwar sowohl unter aeroben wie anaeroben Bedingungen verwendet worden. Dabei wurden jeweils 1,5 bis 2 ccm Serum, Plasma oder Peritonealflüssigkeit in Uhlenhuthschen Röhrchen mittels Capillaren mit kleinen Mengen Peritonealflüssigkeit infizierter Meerschweinchen beimpft. Die Hälfte der Röhrchen war zuvor mit etwa der doppelten Menge frisch sterilisierten Paraffinöls überschichtet. Außerdem war einem Teil der Röhrchen kleine Mengen Blutkörperchen oder kleine Stücke von Muskel-, Niere-, Milz- oder Lebergewebe beigegeben. Das benutzte Serum war 30 Minuten im Wasserbad bei 58—60° inaktiviert und in den für die anaerobe Versuchsreihe bestimmten Röhrchen noch im erwärmten Zustande mit Paraffinöl überschichtet worden. Das verwendete Plasma und die Peritonealflüssigkeit war zur Verhütung der Gerinnung mit dem 10. Teil einer sterilen 1% Natriumzitratlösung versetzt. Wie die Beobachtung der bei 37° gehaltenen Röhrchen ergab, konnten in den unter aeroben Bedingungen gehaltenen Röhrchen keine nennenswerten Vermehrungsvorgänge nachgewiesen werden, wenn sich die Spirochaeten auch einige Tage lebensfähig und virulent verhielten. Dagegen erwiesen sich sowohl in den mit Plasma und Peritonealexsudat beschickten Röhrchen wie in den Serumröhrchen, welche mit Paraffinöl überschichtet waren, die Spirochaeten nicht nur gut lebensfähig, sondern sie zeigten auch eine deutliche Vermehrung, die in den Serumröhrchen am stärksten ausgesprochen war. Von diesen Kulturröhrchen wurde mittels Capillaren etwas Kulturflüssigkeit auf neue Röhrchen mit den entsprechenden Kulturflüssigkeiten übertragen. Auch bei dieser Serie zeigten die Spirochaeten in den Serumröhrchen wieder die beste Entwicklung, so daß für die Folge die Fortzüchtung in den weiteren Passagen hauptsächlich in inaktiviertem, mit Paraffinöl überschichtetem Serum erfolgte. In den Röhrchen der ersten Serie, welche einen Zusatz von Blut oder Organstückchen erhalten hatten, war dagegen die Entwicklung der Spirochaeten zum Teil wesentlich geringer, zum Teil waren die Spirochaeten sogar vollständig zugrunde gegangen. Bei weiteren derartigen Versuchen wurden

immer die gleichen Erfahrungen gemacht. Auch durch andere Zusätze konnte ein stärkeres Wachstum wie in reinem Serum nicht erzielt werden. Dagegen zeigten die weiteren Versuche, daß die Spirochaeten nicht nur in Meerschweinchenserum, sondern auch in anderen Serumarten im Reagenzglase zum Wachstum gebracht werden konnten. Nicht zur Entwicklung kamen die Spirochaeten in Ratten-, Mäuse-, Hühner- und Rinderserum. Wohl aber wurden Kulturen in Menschenserum, Meerschweinchenserum, ferner in Pferde-, Esel-, Hammel- und Kaninchenserum erzielt. Die Kulturen zeigten sogar in Kaninchenserum ein besseres Wachstum als im Serum von Meerschweinchen. Am besten gediehen sie im Serum junger Kaninchen. Die weiteren Versuche ergaben ferner, daß nicht nur in reinem Serum, sondern auch in Serumgemischen mit Wasser und Bouillon, mit Kochsalzlösung, Ringerscher Lösung oder mit Urin übertragungsfähige Kulturen erzielt werden konnten. Allerdings war das Wachstum in solchen Gemischen zum Teil weniger reichlich. Gemische zu gleichen Teilen bildeten die unterste Grenze, bei der noch Wachstum erzielt wurde. Bei noch weiterer Verminderung des Serumzusatzes trat kein Wachstum mehr ein, ebenso nicht in reiner Bouillon [1]).

Dagegen gelang es auch ziemlich große Kulturmengen zu erhalten durch Züchtung der Spirochaeten in größeren Serummengen bis zu 20 und 30 ccm in weiten Reagenzgläsern oder kleinen Kölbchen, wenn durch genügende Überschichtung mit Paraffinöl ausreichend für anaerobe Bedingungen gesorgt war. Allerdings dauerte es in solchen Kulturen etwas länger, bis die ganze Kultur ein gleich reichliches Wachstum zeigte wie die in Uhlenhuthschen Röhrchen in kleinen Serummengen angelegten Kulturen. Die Möglichkeit, auf diese Weise große Kulturmengen zu erhalten, erwies sich besonders für die Immunisierungsversuche von Vorteil, auch war es dabei wertvoll, daß die Spirochaeten im Serum verschiedener Tierarten wuchsen, so daß Tiere verschiedener Art jeweils mit Kulturen behandelt werden konnten, welche in artgleichem Serum gezüchtet waren. Vollkommene Reinheit des Serums war unbedingtes Erfordernis für das Gelingen der Kultur. Gegenüber Bakteriumwachstum waren die Spirochaeten außerordentlich empfindlich. Die geringste Spur einer Bakterienverunreinigung, die in den betreffenden Serummengen oft nur durch besondere Untersuchung daraufhin festzustellen war, genügte, um das Gedeihen einer neu angelegten Kultur zu hindern oder eine bereits sehr gut in der Entwicklung begriffene Kultur zum Absterben zu bringen. Die Kulturen gedeihen bei Temperaturen zwischen 22° und 37°. Sie entwickelten sich jedoch bei den niedrigeren Temperaturen langsamer wie bei 37°, weil bei dieser Temperatur die Vermehrung der Spirochaeten sichtlich rascher und lebhafter vor sich geht. Bei 20° wurde eine ausgesprochene Vermehrung der Spirochaeten nicht mehr festgestellt, doch haben sie sich auch in den bei dieser Temperatur gehaltenen Röhrchen längere Zeit lebensfähig erwiesen. Gegen Temperaturen über 40° sind die Spirochaeten sehr empfindlich, sie verloren in den bei solchen Temperaturen gehaltenen Kulturen rasch ihre Beweglichkeit und starben schnell ab. Dagegen halten sich die Kulturen bei den niedrigen Temperaturgraden zwischen 28° und 30°, bei denen noch

---

[1]) Neuerdings ist Uhlenhuth auch die Kultur in einer Verdünnung des Serums mit Wasser im Verhältnis 1:3 gelungen. Deutsch. med. Wochenschrift Nr. 50. 1917.

eine gute Vermehrung stattfindet, länger auf der vollen Höhe der Entwicklung als bei 37°.

Diese Temperatur erwies sich aber für frisch angelegte Kulturen am besten geeignet. Bei 37° machte sich dann regelmäßig schon nach 24 Stunden eine deutliche Vermehrung der Spirochaeten bemerkbar, die in den folgenden Tagen noch zunahm und bis zum 8. bis 10. Tage den Höhepunkt erreicht hatte. In dieser Zeit machten sich aber auch bei vielen Spirochaeten bereits Degenerationsvorgänge bemerkbar, und es trat dann bald eine Abnahme der Zahl der Spirochaeten ein, die aber aufgehalten und verzögert werden konnte, wenn die Kulturen weiterhin bei Temperaturen zwischen 28°—30° aufbewahrt wurden. Die Kulturen wurden daher auf Grund dieser Beobachtung in der Folge zunächst 3—5 Tage, bis sie in guter Entwicklung waren, bei 37° gezüchtet und dann bei 30° gehalten. Bei diesem Vorgehen erwiesen sich einzelne Kulturen bis zu 6 Wochen übertragbar und mehrere Monate lebensfähig. In einem Falle erwies sich sogar eine 4 Monate alte Kultur noch übertragbar. Im allgemeinen wurde die Weiterimpfung der Kulturen mit Capillaren jeweils zwischen dem 6.—10. Tage vorgenommen. Die Virulenz der Kulturen ist bei frisch aus dem Tierkörper gezüchteten Stämmen sehr beträchtlich und hält sich in den betreffenden Kulturen recht lange. Es wird hierauf bei der Besprechung der Virulenzverhältnisse im allgemeinen noch des näheren einzugehen sein. Hier sei zunächst nur erwähnt, daß sich sowohl bei 37° wie bei 30° gehaltene Kulturen hochvirulent erwiesen.

Was nun das morphologische Verhalten der Spirochaeten in den Kulturen außerhalb des Tierkörpers anlangt, so lieferte die Beobachtung des für diese Untersuchungen besonders gut geeigneten Kulturmaterials Ergebnisse, welche mit den in den Gewebsflüssigkeiten infizierter Tiere erhobenen Befunden vollständig übereinstimmten. Auch in den sehr gut entwickelten Kulturen bleibt die Kulturflüssigkeit vollkommen klar. Dabei weist sie bei jungen Kulturen im allgemeinen eine ziemlich gleichmäßige Verteilung der Keime in den höheren und tieferen Schichten des Serums auf, da offenbar nur ein sehr geringfügiger Unterschied im spezifischen Gewicht der Spirochaeten und der Kulturflüssigkeit besteht. Nur in einigen älteren Kulturen der späteren Passagen und in abgestorbenen Kulturen machte sich die Bildung eines geringen Bodensatzes bei den Kulturröhrchen bemerkbar. Im ersten Falle beruht dies darauf, daß die Spirochaeten der älteren Kulturen weniger lebhaft beweglich sind und vielleicht unter dem Einfluß mancher für die Kulturen benutzter Sera zur Agglomeration neigen, wodurch einzelne Spirochaetenflocken entstehen, die dann zu Boden sinken. In den abgestorbenen Röhrchen besteht der Bodensatz aus Niederschlägen aus dem Serum und aus den durch die körnige Degeneration der Spiroaeten zu Boden gesunkenen Zerfallsresten der zugrunde gegangenen Spirochaeten. Die Kulturen sind vollkommen geruchlos. Die Spirochaeten ließen auch in der Kultur im gefärbten Präparat wie bei der Betrachtung im Dunkelfeld die früher erwähnte, für sie so typische Dreiteilung ihres Körpers in ein in der Regel größeres Mittelstück und zwei kleinere, unter sich gleich große Endstücke, erkennen, welche wieder an ihrer Spitze ein rundes Endkörnchen trugen. Ebenso zeigten die Kulturspirochaeten als die natürliche Bewegungsweise die von der Bewegungsart der anderen Spirochaeten abweichende, quirlartige, blitzschnelle

Rotation des ganzen Spirochaetenkörpers um die Längsachse, wobei die Enden wieder in gleicher Weise die typische hakenförmige Umbiegung einnahmen. Bei den weniger lebhaft beweglichen Individuen traten dagegen wieder die erwähnten mannigfachen Bewegungsformen, Schlängelungen, wurmartigen Krümmungen des ganzen Spirochaetenkörpers, Schlagen eines oder beider Spirochaetenenden usw. in Erscheinung. Der feinere Bau der Spirochaeten war ebenfalls in gleicher Weise erkennbar, wie er vorher bereits für die Spirochaeten im Tierkörper geschildert wurde. Die Plasmaspirale mit ihren feinen, regelmäßigen, stabilen, sich nicht ganz bis zu den Enden erstreckenden Windungen war sogar im Dunkelfeld bei den lebenden Kulturspirochaeten besonders schön sichtbar und ließ sich auch bei entsprechender Färbetechnik ebenso wie der zentrale Achsenfaden färberisch gut darstellen. In den Meerschweinchenserumkulturen zeigten die Kulturspirochaeten im allgemeinen dieselben Größen- und Dickenverhältnisse wie in den Gewebsflüssigkeiten der infizierten Meerschweinchen, doch traten in einzelnen Kulturen auch etwas längere Individuen auf. In den anderen verschiedenen Kulturmedien waren der Bau und die Strukturverhältnisse der Spirochaeten jeweils ebenfalls die gleichen, doch waren in den Kaninchenserumkulturen die Spirochaeten durchschnittlich etwas länger, auch betrug ihre Dicke in der Regel über $^1/_5$ μ. Noch stärker war eine gewisse Größen- und Dickenzunahme in den Eselserumkulturen ausgesprochen. Das größte Exemplar, das in einer Kultur festgestellt wurde, hatte nach der Messung von Zuelzer eine Länge von 85 μ. Die in den verschiedenen Serumkulturen festgestellten Unterschiede bezgl. der Länge und Dicke der Spirochaeten machten sich auch in gleicher Weise in der Gewebsflüssigkeit der infizierten Tiere bei den verschiedenen Tieren bemerkbar. Im Blut und im Peritonealexsudat von Mäusen und Ratten waren die Spirochaeten deutlich zarter und feiner, ihre Dicke blieb meist unter $^1/_5$ μ. Diese auffallende Veränderlichkeit bezgl. der Größenverhältnisse der Spirochaeten je nach der Tierart und den verschiedenen Kulturmedien wird zurzeit von Ungermann und Zuelzer noch eingehender untersucht. Eine Erscheinung sei hier noch erwähnt, die, namentlich in frisch angelegten Kulturen, anfänglich ziemlich regelmäßig eintretende Bildung von zahlreichen größeren und kleineren Spirochaetenhaufen. Es handelt sich dabei bei den in lebhafter Vermehrung befindlichen jungen Kulturen um Ansammlungen von Spirochaeten, wobei es zu mannigfacher Stern-, Rosetten- und Knäuelbildung der ineinander verschlungenen Spirochaeten kommt. Diese in frisch angelegten Kulturen auftretenden Spirochaetenanhäufungen haben mit den oben erwähnten in einzelnen älteren Kulturen auftretenden Agglomerationen und mit den spezifischen Agglomerations-Erscheinungen, wie sie bei anderen Spirochaetenarten, z. B. den Recurrenz-Spirochaeten unter dem Einfluß von Immunserum beobachtet werden, nichts zu tun. Auch die später noch zu erörternden Degenerationsvorgänge spielen dabei keine Rolle. Vielmehr stellt das Auftreten solcher Spirochaetenhaufen offenbar eine normale Erscheinung da und ist geradezu ein günstiges Zeichen dafür, daß die Kultur sich in lebhafter Vermehrung und in gutem Entwicklungszustand befindet. Die Erscheinung kommt dadurch zustande, daß die Spirochaeten bei den Teilungsvorgängen besonders lebhaft mit den Enden um sich schlagen und so nicht selten an den anderen in der Nähe befindlichen oder vorbeikommenden Spirochaeten

hängen bleiben, sich mit diesen verschlingen und so je nach der Zahl der betroffenen Spirochaeten größere oder kleinere Ansammlungen und Verknäuelungen bilden. Solche knäuelartigen Verschlingungen sieht man nicht selten auch im Peritonealexsudat gut infizierter Tiere. Bei längerer Betrachtung im Dunkelfeld kann man mitunter beobachten, daß solche Spirochaetenknäuel sich allmählich wieder entwirren und die einzelnen Spirochaeten dann in lebhafter Bewegung nach verschiedener Richtung davonschwimmen.

Wir erwähnten bereits, daß sich im Blute und namentlich in der Peritonealflüssigkeit infizierter Tiere nicht selten Vermehrungsvorgänge beobachten ließen, die als Teilungen und zwar als Querteilungen verliefen. An dem Kulturmaterial war nun auch die Art der Vermehrung und Fortpflanzung der Spirochaeten in besonders schöner Weise zu verfolgen. In den Kulturen treten bis zur Höhe ihrer Entwicklung Teilungsformen in außerordentlich reichlicher Weise auf, welche die Einzelheiten des Vermehrungsvorganges und die verschiedenen Stadien des Teilungsverlaufes in ziemlich lückenloser Weise erkennen lassen. Nach allen unseren bisherigen Beobachtungen scheint danach in der Kultur die Vermehrung der Weilschen Spirochaete ebenfalls ausschließlich durch Querteilung zu erfolgen, die ganz unabhängig von der erreichten Größe der einzelnen Individuen eintritt. In der Regel handelt es sich um Zweiteilung, doch kommen auch Drei-, Vier- und Mehrfachteilungen vor. Als erste Anzeichen der bevorstehenden Teilung treten bei den betreffenden Spirochaeten, bei Zweiteilung meist aber nicht immer in der Mitte, bei Mehrteilungen an den verschiedenen späteren Teilungsstellen zuerst deutlich erkennbare Einknickungsstellen auf, ohne daß dabei zunächst eine Unterbrechung der feinen regelmäßigen Spiralwindungen an diesen Stellen bemerkbar wird. Auch die Bewegungsweise der ganzen Spirochaete macht in diesem Stadium anfänglich, trotz der scharf vortretenden Einknickungsstellen noch einige Zeit einen einheitlichen Eindruck. Dann aber beginnt die Spirochaete an den Einknickstellen sich etwas länger auszuziehen, und die durch die Knickstellen begrenzten einzelnen Teilstücke fangen an, voneinander unabhängige, lebhaft schlagende Bewegungen nach den verschiedensten Seiten auszuführen. Dadurch werden die Einknickungsstellen immer weiter ausgebogen und länger ausgezogen. Die Verbindungsstücke an diesen Stellen werden dünner und beginnen sich von dem das spätere Mittelteil der neuen Spirochaete bildenden Mittelstück allmählich immer deutlicher und schärfer als neue Endstücke abzusetzen. Die Mitte des Verbindungsstückes wird schließlich haarfein ausgezogen und läßt keine Ringelung mehr erkennen.

In diesen Stadium des Teilungsverlaufs zeigen dann die durch den Verbindungsfaden noch zusammenhängenden Teilungsstücke bereits vollkommen unabhängig voneinander die für die Weilsche Spirochaete charakteristischen, mannigfachen Bewegungsformen. Kurz vor dem Abschluß der Teilung tritt schließlich in der Mitte des dünnen Verbindungsfadens zunächst ein kleines, hell lichtbrechendes Körnchen, und danach dicht daneben noch ein zweites solches Körnchen auf. Unmittelbar darauf folgt die endgültige Trennung der Teilstücke zwischen den beiden Körnchen, welche nun die Endknöpfchen der neuen Spirochaeten bilden. Dieser Ablauf des Teilungsvorganges ließ sich gelegentlich schon in den Gewebsflüssigkeiten, besonders im Peritonealexsudat infizierter Tiere, in gut gedeihenden Kulturen aber regelmäßig und außerordentlich

häufig feststellen und genau verfolgen. Dagegen konnten von uns weitere, etwa für die Vermehrung der Spirochaete in Betracht kommende Fortpflanzungsvorgänge anderer Art, wie die von Meirowski (9) beschriebenen seitlichen Verzweigungen, Sporen- und Doldenbildungen, welchen auch von Reiter (6) nach den von ihm bei seinen Kulturen erhobenen Befunden eine besondere Bedeutung beigemessen wird, an dem uns in großen Mengen und reichhaltiger Weise zur Verfügung stehenden Kulturmaterial auch bei den in bester Entwicklung und in lebhaftester Vermehrung befindlichen Kulturen nie beobachtet werden.

Wohl haben auch wir in tierischen Gewebsflüssigkeiten, wie unmittelbar nach der Anlage neuer Kulturen sowie regelmäßig in älteren und besonders in absterbenden Kulturen die von Reiter besonders hervorgehobenen Körnchen- und sogenannten Knospenbildungen gesehen. Bei allen derartigen Erscheinungsformen handelt es sich aber u. E., wie sich schon durch fortlaufende mikroskopische Betrachtung im Dunkelfeld feststellen läßt, um Degenerationsvorgänge, die nicht bei lebensfrischen, sondern nur bei solchen Spirochaeten zur Beobachtung kommen, welche unmittelbar vor dem Absterben stehen oder doch schon in ihrer Lebensfähigkeit geschädigt oder beeinträchtigt sind. Auf das Auftreten solcher Körnchen-, Knötchen- und Knospenbildungen als Degenerationserscheinungen ist schon wiederholt von verschiedenen Seiten bei der Beschreibung des Degenerationsvorganges bei anderen Spirochaetenarten hingewiesen worden. Es liegt kein Anhalt vor, diese gleichen Erscheinungen bei der Weilschen Spirochaete nicht auch als Degenerationsvorgänge aufzufassen, zumal sie sich leicht auch künstlich durch Behandeln der Spirochaeten mit Immunserum oder Chemikalien herbeiführen lassen. Im allgemeinen macht sich bei den Kulturspirochaeten gewöhnlich der Beginn der Degeneration zuerst in einer Abnahme der Beweglichkeit der Spirochaete bemerkbar, indem zunächst die Rotationsbewegung träger erfolgt und schließlich ganz aufhört. Der weitere Degenerationsvorgang geht dann entweder in der Weise vor sich, daß die Spirochaete vollkommen starr erscheint, aber noch die typische Form mit hakenförmig umgebogenen Enden zeigt. Auch die einzelnen Windungen sind anfänglich noch gut erhalten und in diesem Stadium meist besonders deutlich und gut erkennbar. Allmählich aber streckt sich der Spirochaetenkörper immer mehr gerade und wird dünner und feiner, bis er schließlich nur noch als ein gerader, sehr zarter, schwach lichtbrechender Faden eben erkennbar ist, der von der früheren Spirochaetenform nichts Charakteristisches mehr zeigt. Häufig verläuft die Degeneration nun aber auch in etwas anderer Weise, indem dann in den Spirochaeten teils zu der Zeit, wo ihre Beweglichkeit zwar nachgelassen aber noch nicht ganz aufgehört hat, einzelne heller lichtbrechende Körnchen und knötchenartige Verdickungen auftreten, die zum Teil wie Sporen innerhalb des Spirochaetenkörpers liegen, teils aus dem Spirochaetenkörper heraustreten und ihm seitlich angelagert sind. Allmählich treten immer mehr Körnchen auf, bis schließlich der Spirochaetenkörper vollständig in solche Körnchen zerfällt, die entweder frei in der Nährflüssigkeit umherschwimmen, oder sich wieder zu Haufen zusammenballen oder anderen in Degeneration befindlichen Spirochaeten anlagern. Es scheint nämlich sowohl diesen Körnchen wie den in Degeneration befindlichen Spirochaeten eine gewisse Klebrigkeit zuzukommen, denn man kann nicht nur beobachten, wie solche in der Nährflüssigkeit frei umherschwimmende Körnchen

an den in Degeneration befindlichen Spirochaeten und den oben beschriebenen, fadenartigen Degenerationsformen in großen Mengen anhaften bleiben und sie wie mit einem Mantel umgeben, sondern man sieht auch häufig, wie die in Degeneration begriffenen Spirochaeten selbst aneinander haften und hängen bleiben, und so größere Haufen solcher aneinanderhaftender, zusammenhängender, in körnigem Zerfall befindlicher Spirochaeten entstehen. Solche Haufen, welche in älteren Kulturen schließlich allein noch nachweisbar bleiben, können sich ziemlich lange halten, bis auch sie schließlich vollständig körnig zerfallen. Der von Reiter geäußerten Annahme, daß es sich bei diesen Körnchen- und Knötchenbildungen nicht nur um Degenerationsprodukte handele, sondern daß man dabei neben den durch den Zerfall der absterbenden Spirochaeten als eigentlichen Degenerationsformen entstehenden Granula noch die an lebensfähigen Spirochaeten gesproßten, als Ruhe- oder Dauerformen aufzufassenden „Knospen" unterscheiden müsse, auf denen auch die Filtrierbarkeit des Virus beruhe, können wir nicht beitreten. Unsere Beobachtungen und die nach dieser Richtung durchgeführten Versuche haben ebenfalls keinerlei Anhalt gegeben, durch den sich eine solche Auffassung stützen ließe. Vielmehr hat es sich regelmäßig gezeigt, daß die Kulturen der Weilschen Spirochaete sich nur dann in guter Vermehrung und Entwicklung befinden, und gut fortpflanzungsfähig und infektionsfähig erweisen, solange sich bei ihnen die beschriebenen Teilungsvorgänge in großer Zahl beobachten lassen. Sobald sich bei den Kulturen eine deutliche und dauernd zunehmende Abnahme der Zahl der Teilungsformen beobachten ließ, so erwiesen sich solche Kulturen dann um so weniger sicher noch übertragbar und infektionsfähig, in je höherem Grade sich bei ihnen die geschilderte Knospen- und Knötchenbildung bemerkbar macht. Kulturen, welche nur noch körnchenhaltige oder knospentragende Spirochaeten enthielten, erwiesen sich bei unseren Versuchen sowohl in unfiltriertem wie in filtriertem Zustande regelmäßig weder virulent noch übertragbar. Auch bei Filtration mit in guter Entwicklung befindlichen jungen Kulturen unter Benutzung von Berkefeldfilter Nr. 10¹/₂ und Nr. 12 sind uns Übertragungsversuche mit den Filtraten ebenfalls in keinem Falle gelungen.

Experimentelle Tierversuche.

Die früheren Versuche, die Weilsche Krankheit auf Versuchstiere zu übertragen von Fiedler (10), Schittenhelm (11) und anderen waren ohne Erfolg. Auch die Versuche von Hecker und Otto (12) hatten zu sicher positiven Ergebnissen nicht geführt. Hecker und Otto sahen allerdings einen Affen, welchen sie mit 1,0 ccm defibrinierten am 3. Krankheitstage entnommenen Blutes intraperitoneal infiziert hatten, 30 Stunden nach der Infektion an Durchfall erkranken und nach weiteren 30 Stunden verenden. Der sichere Nachweis, daß das Tier an Weilscher Krankheit eingegangen war, ließ sich aber nicht erbringen. Die Autoren weisen jedoch, da die übrigen Affen, welche sie mit Blut aus späteren Krankheitsstadien geimpft hatten, keinerlei Krankheitserscheinungen erkennen ließen, sondern vollständig gesund blieben, auf Grund dieser Beobachtung bereits darauf hin, daß möglicherweise eine experimentelle Übertragung der Weilschen Krankheit von Menschen auf Versuchstiere durch Blutimpfung nur in den ersten Krankheitstagen mit Erfolg durchführbar sei. Eine erfolgreiche Fortsetzung

ihrer Übertragungsversuche war den Autoren nicht möglich, da die Weiterimpfungen von den verendeten Affen ergebnislos blieben und weitere frische menschliche Erkrankungen ihnen nicht zur mehr Verfügung standen.

Die ersten erfolgreichen experimentellen Übertragungen der Weilschen Krankheit auf Versuchstiere waren Hübener und Reiter, sowie Uhlenhuth und Fromme bei ihren Untersuchungen zuerst bei Meerschweinchen durch intraperitoneale Verimpfung größerer Blutmengen von erkrankten Personen gelungen. Ebenso hatten Inada und seine Mitarbeiter ihre ersten positiven Übertragungserfolge ebenfalls bei Meerschweinchen erzielt. Übereinstimmend geben die Autoren an, daß die Übertragung der Krankheit auf diese Versuchstiere mit Blut, welches aus den ersten Tagen der Erkrankung stammt, am sichersten gelingt; doch hatten die Japaner in einem Falle auch noch mit Blut vom 12. Krankheitstage ein positives Ergebnis. Im allgemeinen erkranken die Tiere bei den experimentellen Versuchen in den ersten Tagen nach der Infektion mit Fieber, zeigen geringe Freßlust und nehmen an Gewicht ab. Nach dem Auftreten einer deutlichen Injektion der Skleragefäße, meist verbunden mit Conjunktivitis, macht sich bald auch eine typisch ausgesprochene, rascher und stärker hervortretende Gelbfärbung der Haut und der sichtbaren Schleimhäute bemerkbar, und die Tiere gehen dann in der Regel in kurzer Zeit zugrunde. Außer auf Meerschweinchen ist eine Übertragung der Krankheit auch auf Mäuse, Ratten, Kaninchen, Affen, Hammel, Ferkel, Pferde, Esel, Hunde, Katzen, Hühner und Frösche versucht worden.

Nach Uhlenhuth und Fromme sind Kaninchen in gewissem Grade für die Krankheit ebenfalls empfänglich. Affen, Ratten, Mäuse, Hunde, Katzen, Ferkel, Esel und Hühner haben sich ihnen als unempfänglich gegenüber der künstlichen Impfung mit dem Virus der Weilschen Krankheit erwiesen. Hübener und Reiter konnten außer bei den Meerschweinchen ebenfalls auch bei Kaninchen und bei Affen ein Haften des Virus beobachteten. Keine krankmachende Wirkung der Spirochaeten erzielten sie bei ihren Versuchen bei der experimentellen Infektion eines Hundes, bei Hühnern, Fröschen und Mäusen. Auch bei einem Pferde und bei den von ihnen in Versuch genommenen Ratten konnten sie ein Haften des Virus nicht mit Sicherheit feststellen. Dagegen sahen die japanischen Autoren außer bei Meerschweinchen und bei einigen Kaninchen auch bei einzelnen der von ihnen infizierten Ratten und Mäusen eine krankmachende Wirkung durch die von ihnen gefundenen Spirochaeten. Alle Autoren stimmen aber darin überein, daß das Meerschweinchen gegenüber der künstlichen Infektion das empfänglichste Versuchstier ist. Auch die Ergebnisse unserer Versuche bilden dafür eine Bestätigung, wenn es uns auch gelungen ist, die Krankheit experimentell nicht nur auf Kaninchen, sondern auch auf Hunde zu übertragen und die Spirochaeten in längerer Passagenreihe fortdauernd auch in Ratten und Mäusen fortzuzüchten.

Versuche an Meerschweinchen.

Nach den Feststellungen von Uhlenhuth und Fromme lassen sich die Erreger der Weilschen Krankheit durch subcutane, intramusculäre, intraperitoneale und unmittelbare Impfung in die Blutbahn auf Meerschweinchen übertragen. Auch gelang ihnen in einzelnen Fällen eine erfolgreiche Infektion per os, sowie durch die unverletzte

Tabelle I.

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
125	1,0 ccm Leberbrei i. p.	2. 2. 16	3. 2. klinisch gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 4. 2. klinisch gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 5. 2. krank? Peritonealflüssigkeit „ ++ Blut „ 0 6. 2. deutlich krank. Skleren gelb. Leichtes Vortreten der Augen Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 7. 2. Skleren. Haut stark gelb. Schwellung der Geschlechtsteile. Peritonealflüssigkeit „ ++ Blut „ +	7. 2.	Starke Gelbfärbung d. Skleren, der Schleimhaut und der Haut, besonders an den Ohren, den Pfoten und den Geschlechtsteilen. Gelbfärbung d. Unterhautzellgewebes und d. Peritoneums. Zahlreiche kleine Blutungen in der Haut und in der Schleimhaut des Magendarmkanals. Besonders charakteristische Blutungen in der Lunge. Milz nicht vergrößert; Schwellung der Leber und der Nieren. Rötung und leichte Schwellung der Nebennieren. Blase mit ikterischem Urin stark gefüllt.	In Peritonealflüssigkeit } Spir. + Im Lebersaft } Spir. + Lunge Spir. 0 Lunge im Schnitt } Spir. +
126	wie 125	2. 2. 16	3. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 4. 2. gesund? Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 5. 2. krank. Peritonealflüssigkeit „ ++ Blut „ 0 6. 2. Deutliche Gelbfärbung Peritonealflüssigkeit „ +++ Blut „ ++ 7. 2. schwer krank.	7. 2.	wie bei 125	In Peritonealflüssigkeit } Spir. + Im Lebersaft } Spir. + In Lunge, Niere, Milzsaft, Urin } Spir. mikroskopisch im Dunkelfeld } 0
127	1,0 ccm Blut i. p.	2. 2. 16	3. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. ? Blut „ 0 4. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 5. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit nicht zu erhalten Blut „ 0 6. 2. krank. Beginnende Gelbfärbung. Vortretende Augen. Peritonealflüssigkeit nicht zu erhalten Blut „ 0 7. 2. deutlich krank. Starke Gelbfärbung Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	8. 2.	typischer Befund	Spirochaeten in Peritonealflüssigkeit und Leber im Dunkelfeld } ++

Tabelle I. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
128	1,0 ccm Blut i. p.	2. 2. 16	3. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 4. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 5. 2. Peritonealflüssigkeit nicht zu erhalten. Blut „ 0 6. 2. krank. Beginnende Gelbfärbung. Vortretende Augen Peritonealflüssigkeit nicht zu erhalten Blut „ 0 7. 2. deutlich krank. Starke Gelbfärbung Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	8. 2	typischer Befund	Spirochaeten in Peritonealflüssigkeit und Leber im Dunkelfeld ++

Augenschleimhaut, durch die skarifizierte Haut und durch kleine Stichverletzungen mittels einer infizierten Nadel. Für die direkte Impfung vom Menschen empfehlen die Autoren als die sicherste Methode die intrakardiale Impfung, für die Weiterimpfung der Spirochaeten in Meerschweinchenpassagen jeweils die Impfung je eines Tieres intrakardial und intraperitoneal. Bei unseren Versuchen haben sich ebenfalls auf allen den erwähnten Infektionswegen erfolgreiche Übertragungen erreichen lassen und zwar nicht nur bei Übertragung von Tier zu Tier, sondern auch bei Impfung mittels Kulturmaterial. Die ersten Impfungen wurden von uns mit Blut und Leberbrei eines der uns überwiesenen Tiere bei je zwei Meerschweinchen intraperitoneal ausgeführt.

Wie aus den vorstehenden Protokollen (Tabelle I) ersichtlich ist, hatten sich bei den Tieren dieser ersten Impfreihe bei der täglichen Untersuchung im Dunkelfeld bereits vom ersten Tage nach der Impfung an im Peritoneum Spirochaeten und dann regelmäßig bis zum Tode nachweisen lassen. Im Blute der Tiere gelang der mikroskopische Nachweis der Spirochaeten in den ersten Tagen nicht, sondern erst nachdem die Meerschweinchen schwer erkrankt waren in den letzten Tagen vor dem Tode. Dieselbe Beobachtung machten wir in der Folge regelmäßig auch bei allen anderen intraperitoneal infizierten Tieren. Es scheint danach bei diesem Infektionsmodus bei den Meerschweinchen zu einer stärkeren Blutinfektion, die auch den mikroskopischen Nachweis im Dunkelfeld leicht gestattet, erst im späteren Verlauf der Erkrankung zu kommen.

Durch Blutimpfung konnten wir allerdings das Vorhandensein der Spirochaeten im Blute schon früher nachweisen, als es durch die mikroskopische Untersuchung möglich war. Als Beispiele seien die nachstehenden Protokolle angeführt (Tabelle II).

Tabelle II.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund	Bemerkungen
140	Peritonealflüssigkeit v. Meerschweinchen Nr. 134 i. p.	10. 2.	11. 2. gesund. 12. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 13. 2. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 14. 2. schwer krank. Deutlich gelb. Vortreten der Augen. Geschwollener Hoden. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	15. 2.	typischer Befund	—	Am 11. 2 wird dem Tier $^{1}/_{3}$ ccm Blut durch Herzpunktion entnommen und auf Meerschw. Nr. 150 verimpft. Am 12. 2. wird ebenfalls $^{1}/_{3}$ ccm Blut auf Meerschw. Nr. 155 verimpft. Am 13. 2. $^{1}/_{3}$ ccm Blut auf Meerschw. Nr. 157.
150	$^{1}/_{3}$ ccm Blut von Meerschweinchen Nr. 140 i. p.	11. 2. 28. 2. nachgeimpft	12. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 Blut „ 0 13. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 14. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 15. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 25. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 28. 2. nachgeimpft mit Peritonealflüssigkeit v. Meerschw. Nr. 166 i. p. durch Capillare 1. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 3. 3. deutlich krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	4. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. + Lebersaft Spir. + Lunge Spir. ? Milz Spir. — Niere Spir. —	—
155	wie bei 150	12. 2.	13. 2. gesund. 14. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 Blut „ 0 15. 2. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 16. 2. krank? Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 17. 2. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 18. 2. krank. Starker Ikterus. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 19. 2. schwer krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	21. 2.	typischer Befund	Perit. Spir. +	—

Tabelle II. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund	Bemerkungen
157	1/2 ccm Blut von Meerschweinchen Nr. 140 i. p.	13. 2.	14. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 15. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 16. 2. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 17. 2. schwer krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 18. 2. schwer krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	19. 2.	typischer Befund	Perit. Spir. +	—
141	Peritonealflüssigkeit v. Meerschweinchen Nr. 134 i. p.	10. 2.	11. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. ? 12. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 13. 2. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 14. 2. deutlich krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 15. 2. schwer krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	15. 2.	typischer Befund	—	Am 11. 2. 1/2 ccm Blut auf Meerschw. Nr. 151 i. p. Am 12. 2. 1/2 ccm Leber auf Meerschw. Nr. 156. Am 13. 2. 1/2 ccm Blut auf Meerschw. Nr. 158. Am 14. 2. 1/2 ccm Blut auf Meerschw. Nr. 162.
151	1/2 ccm Blut von Meerschweinchen Nr. 141 i. p.	11. 2. 28. 2. nachgeimpft	12. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 Blut „ 0 13. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 14. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 20. 2. gesund. 25. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 28. 2. nachgeimpft mit Peritonealflüssigkeit v. Meerschw. Nr. 166 i. p. durch Capillare 1. 3. krank? Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 3. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 4. 3. schwer krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0	5. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. +	—

Tabelle II. (Fortsetzung.)

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
156	1/2 ccm Blut von Meerschweinchen Nr. 141 i. p.	12. 2.	13. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 Blut „ 0 14. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 15. 2. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 16. 2. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 17. 2. schwer krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 18. 2. schwer krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	19. 2.	typischer Befund	Perit. Spir. + Leber „ + Lunge „ + Niere „ — Milz „ —
158	—	13. 2.	14. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 15. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 16. 2. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 17. 2. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0	18. 2.	typischer Befund	—
162	—	14. 2.	15. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 16. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 17. 2. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 18. 2. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut Blut ?	19. 2.	typischer Befund	—

Es ließ sich somit in diesen Versuchen der Übertritt der Erreger in das Blut der Versuchstiere durch die Blutimpfung bereits vom 2. Tage nach der Infektion an feststellen, während der mikroskopische Nachweis bei dem Meerschweinchen Nr. 140 erst am 4., bei dem Tier Nr. 141 erst am 5. Tage nach der Infektion gelang. Wenn Uhlenhuth und Fromme das Kreisen der Erreger im Blute bereits am 1. Tage nach der intraperitonealen Infektion nachweisen konnten, so lag das voraussichtlich daran, daß sie die intraperitoneale Infektion mit größeren Spirochaetenmengen ausgeführt hatten. Die Untersuchungen zeigen aber ebenfalls, daß ein stärkeres Auftreten der Spirochaeten in der Blutbahn erst allmählich erfolgt, da die mit den Blutproben

Tabelle III.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
200	0,2 ccm Leberbrei i. kardial	29. 2. 16	1. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 Blut „ 0 2. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 3. 3. krank? Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 4. 3. krank. Gelb. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 5. 3. schwer krank. Starker Ikterus. Geschwollene Hoden. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	6. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. + Leber „ + Niere „ 0 Milz „ 0 Urin „ 0
201	0,3 ccm Kultur intrakardial	29. 2. 16	29. 2. unmittelbar nach der Injektion Blut + 1. 3. gesund Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 2. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 3. 3 krank? Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 4. 3. krank. Gelb. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 5. 3. schwer krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	5. 3.	typischer Befund	Blut Spir. + Leber „ + Niere „ 0 Milz „ 0 Urin „ 0
202	0,5 ccm Leberbrei subcutan	29. 2. 16	1. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. ? Blut „ 0 2. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 3. 3. gesund? Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 4. 3. gelblich? Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 5. 3. gelb. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 6. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 7. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 8. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	8. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. + Leber „ +

Tabelle III. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
203	0,5 ccm Kultur subcutan	29. 2. 16	1. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 2. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 3. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 4. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 5. 3. gelb. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 6. 3. schwer krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 7. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	7. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. +

vom 2. Tage geimpften Tiere langsamerer erkrankten wie die mit den späteren Blutproben geimpften Meerschweinchen und auch im Peritoneum der zuerst geimpften Tiere der Spirochaetennachweis später gelang.

Bemerkenswert ist, daß auch bei den intrakardial und subcutan geimpften Tieren der mikroskopische Nachweis der Spirochaeten jeweils im Peritoneum früher möglich war wie im Blute (s. vorstehende Tabelle III, S. 60).

Es konnte somit sowohl bei den mit Leberbrei wie bei den mit Kultur intrakardial geimpften Tieren zwar bei der unmittelbar nach der Injektion vorgenommenen mikroskopischen Untersuchung Spirochaeten im Blute nachgewiesen werden, während in den nächsten Tagen dies aber nicht mehr der Fall war. Die mikroskopische Feststellung gelang erst wieder am Tage vor dem Tode der Tiere. Dagegen war bei den mit Leberbrei infizierten Meerschweinchen der mikroskopische Nachweis der Spirochaeten im Peritoneum bereits am 3. Tage nach der Infektion, bei den mit Kultur geimpften Tieren schon am Tage nach der Infektion möglich. Bei den subcutan geimpften Meerschweinchen gelang der Nachweis im Peritoneum in einem Falle am 2., in dem anderen am 1. Tage nach der Infektion, der Nachweis im Blute ebenfalls erst wieder am Tage vor dem Verenden der Tiere. Nach diesen Beobachtungen kommt es auch bei der Anwendung einer anderen Infektionsweise als der der intraperitonealen Infektion bald zu einer reichlichen Ansammlung der Spirochaeten im Peritoneum, welche durch den einfachen mikroskopischen Nachweis verhältnismäßig früh die diagnostische Feststellung der Infektion bei Meerschweinchen gestattet. Ebenso konnten wir auch nach dem Tode der Tiere noch die Spirochaeten im Peritoneum fast regelmäßig nachweisen, selbst wenn die Meerschweinchen am Abend oder in der Nacht verendet waren und erst am nächsten Tage zur Untersuchung kamen. Bei der Schwierigkeit, welche es bisher bereitet hat, im menschlichen Material Spirochaeten im Ausstrich nachzu-

weisen, wäre es von Interesse, beim Menschen bei solchen Untersuchungen in diagnostischer Hinsicht auch auf das Peritoneum und die Peritonealflüssigkeit besonders zu achten.

Außer durch die intraperitoneale, intrakardiale und subcutane Impfung haben wir Meerschweinchen auch auf verschiedene andere Weise infizieren können.

Nicht ganz eindeutig waren die Ergebnisse bei Infektionsversuchen per os, die wir mit Leberbrei und Kultur ausgeführt haben. Wir sind dabei in der Weise vorgegangen, daß wir den Meerschweinchen in den geöffneten Rachen aus einer Pipette bestimmte Mengen des Leberbreies oder der Kultur einträufelten. Die Tiere schlucken die einfließende Flüssigkeit ohne Schwierigkeit, und die Gefahr einer Verletzung ist dabei viel geringer als bei der Fütterung mit der Schlundsonde.

Tabelle IV.

Nr.	Impf-material Pipetten-fütterung	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
210	2,0 ccm Leberbrei	3. 3. 16	4. 3. gesund.	19. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. + Leber „ + Magen „ 0 Darm „ 0
			5. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 Blut „ 0			
			6. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			7. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			8. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			9. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			10. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			11. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
	12. 3. nochmalige Fütterung mit 2,0 ccm Lebertran		12. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			13. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			14. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			15. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ ? Blut „ 0			
			16. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0			
			17. 3. deutlich krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0			
			18. 3. schwer krank. Peritonealflüssigkeit „ ‡ Blut „ +			

Tabelle IV. (Fortsetzung.)

Nr.	Impfmaterial Pipettenfütterung	Tag der Impfung	Verlauf			Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
211	2,0 ccm Leberbrei	3. 3. 16	4. 3. gesund.			30. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. +
			5. 3. gesund.					Leber „ +
			Peritonealflüssigkeit	Spir.	0			Magen „ 0
			Blut	„	0			Darm „ 0
			6. 3. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	„	0			
			Blut	„	0			
	12. 3. nochmalige Fütterung mit 2,0 ccm Leberbrei		12. 3. gesund.	„	0			
			13. 3. gesund.	„	0			
			Peritonealflüssigkeit	„	0			
			Blut	„	0			
			14. 3. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	Spir.	0			
			Blut	„	0			
			15. 3. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	„	0			
			Blut	„	0			
			16. 3. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	„	0			
			Blut	„	0			
			17. 3. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	„	0			
			Blut	„	0			
			18. 3. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	„	0			
			Blut	„	0			
			19. 3. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	„	0			
			Blut	„	0			
			20. 3. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	„	0			
			Blut	„	0			
	23. 3. i. p. infiziert mit 1,0 ccm Leberbrei		23. 3. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
			24. 3. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
			25. 3. krank?					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
			26. 3. krank.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
			27. 3. krank, gelb.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
			28. 3. schwer krank.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	+			
			29. 3. Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	+			

Tabelle IV. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material Pipetten-fütterung	Tag der Impfung	Verlauf		Tag des Todes	Anatomi-scher Befund	Spirochaeten Befund
212	5,0 ccm Kultur	3. 3. 16	4. 3. gesund.		9. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. +
			Peritonealflüssigkeit	Spir. 0			
			Blut	„ 0			
			5. 3. gesund.				
			Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			6. 3. gesund.				
			Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ 0			
			7. 3. krank.				
			Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ 0			
			8. 3. schwer krank.				
			Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ +			
213	3,0 ccm Kultur	3. 3. 16	4. 3. gesund.		28. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. +
			Peritonealflüssigkeit	Spir. 0			
			Blut	„ 0			
			5. 3. gesund.				
			Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			6. 3. gesund.				
			7. 3. „				
			8. 3. „				
			9. 3. „				
			10. 3. „				
			11. 3. „				
	nochmals mit 0,3 ccm gefüttert	12. 3. 16	12. 3. „				
			13. 3. „				
			Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			14. 3. gesund.				
			15. 3. „				
			16. 3. „				
			17. 3. „				
			18. 3. „				
			19. 3. „				
			20. 3. „				
			21. 3. „				
			22. 3. „				
	mit 1,0 ccm Kultur i. p. infiziert	23. 3. 16	23. 3. „				
			Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ 0			
			24. 3. gesund.				
			Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ 0			
			25. 3. krank.				
			Peritonealflüssigkeit	„ +			
			26. 3. schwer krank.				
			Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ 0			
			27. 3. Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ +			

Bei diesen Versuchen erkrankte das eine der beiden jeweils mit 2,0 ccm Leberbrei gefütterten Tiere erst nach einer am 9. Tage nach der ersten wiederholten zweiten Fütterung und das andere Meerschweinchen blieb selbst nach der zweiten Fütterung mit Leberbrei gesund. Ebenso kam es bei dem einen der beiden mit Kulturmaterial gefütterten Meerschweinchen auch nach wiederholter Fütterung mit 3,0 ccm Kultur nicht zu einer Infektion, während das mit der größeren Kulturmenge gefütterte Tier erkrankte und am 6. Tage der Infektion erlag.

Es ist somit nach den Ergebnissen der Versuche eine orale Infektion bei Meerschweinchen zwar möglich, sie gelingt aber nicht regelmäßig selbst bei Verwendung so beträchtlicher Spirochaetenmengen, wie sie in 2,0 ccm Leberbrei und in 3,0 ccm Kultur enthalten sind. Die Annahme, daß in den positiv verlaufenen Fällen bei dem Zustandekommen der Infektionen eine etwaige Verletzung bei der Fütterung eine Rolle gespielt haben könnte, erscheint bei der Art der Pipettenfütterung wenig wahrscheinlich. Notwendig ist das Vorliegen einer Verletzung für das Eintreten der Infektion jedenfalls nicht, da auch andere Versuche ebenfalls gezeigt haben, daß die Spirochaeten auch unverletzte Schleimhaut und selbst die unverletzte Haut (Uhlenhuth und Fromme) zu durchdringen vermögen. Andererseits erscheint es bemerkenswert, daß nach dem Ausfall der Versuche nicht jede orale Aufnahme von Spirochaeten, selbst wenn es sich dabei um große Spirochaetenmengen handelt, zu einer Infektion führt, und daß ferner die gefütterten und die gesund gebliebenen Meerschweinchen selbst nach der wiederholten Fütterung keinerlei Immunität erworben hatten, sondern bei der nachfolgenden intraperitonealen Infektion wie normale Tiere erkrankten. Es beweist dies, daß bei den Tieren auch eine leichte unbemerkt verlaufene Infektion nicht eingetreten war.

Die Tatsache, daß die Spirochaeten unverletzte Schleimhäute zu durchdringen und auf diesem Wege infizierend zu wirken vermögen, zeigten auch uns Versuche, bei denen Meerschweinchen Peritonealflüssigkeit oder Kultur in Auge oder Nase eingebracht wurde (s. Tabelle V, S. 66—68).

In dieser Versuchsreihe war durch minimale Mengen von Peritonealflüssigkeit und von Kultur die Infektion von der Nase und mit Peritonealflüssigkeit auch durch Einträufeln ins Auge gelungen. Dagegen hatte die Augenimpfung mit Kultur keinen Erfolg.

Ebenfalls erfolglos waren, wie hier erwähnt sei, zwei Versuche, mit kleinen Kulturmengen von den Geschlechtsteilen und vom Darm aus eine Infektion zu erreichen. In diesen beiden Fällen war eine Immunität durch die Vorbehandlung nicht eingetreten, wie das auch bei dem Meerschweinchen 168 nach der erfolglosen Kulturaugenimpfung nicht der Fall war. Möglicherweise hätten sich auch hier positive Infektionsergebnisse erzielen lassen, wenn größere Kulturmengen verwandt worden wären. Andererseits haben wir uns immer wieder während der ganzen Durchführung unserer Versuche überzeugen können, daß bei hochvirulentem Spirochaetenmaterial für eine erfolgreiche Infektion schon die kleinsten Spirochaetenmengen genügen.

Sowohl bei Meerschweinchen wie bei Ratten und Mäusen konnten wir durch einfache Capillarimpfung kleinster Mengen von Peritonealflüssigkeit die Spirochaeten in



Tabelle V.

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf		Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
167	Peritonealflüssigkeit mit Capillare in rechtes Auge eingeträufelt	15. 3. 16	16. 3. leichte Rötung der Conjunctiva gesund. Spir. im Conjunctivalsack	Spir. 0	26. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. + Conjunctiva Spir. 0
			17. 3. ebenso.				
			18. 3. unveränderte Rötung der Conjunctiva geringer Spir. im Conjunctivalsack	„ 0			
			19. 3. unverändert.				
			20. 3. krank? Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			21. 3. unverändert. Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			22. 3. krank. Peritonealflüssigkeit	„ ?			
			Blut	„ 0			
			23. 3. leicht gelb. Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ 0			
			24. 3. Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ 0			
			25. 3. schwer krank. Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ +			
168	2 Tropfen Kultur mit Capillare in rechtes Auge eingeträufelt	15. 3. 16	16. 3. leichte Rötung der Conjunctiva Spir. im Conjunctivalsack	Spir. 0	6. 4.	typischer Befund	Perit. Spir. + Conjunctiva Spir. 0
			17. 3. gesund. Rötung der Conjunctiva geschwollen Spir. im Conjunctivalsack	„ 0			
			18. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			19. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			22. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			25. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
	0,2 ccm Kultur i. p.	30. 3. 16	31. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ 0			
			1. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ 0			

Tabelle V. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
168 Fortsetzung	0,2 ccm Kultur i. p.	30. 3. 16	2. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 3. 4. kränklich. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 4. 4. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 5. 4. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	6. 4.	typischer Befund	Perit. Spir. + Conjunctiva Spir. 0
169	Peritonealflüssigkeit mit Capillare in Nase eingeträufelt	15. 3. 16	16. 3. Nase o. B. In Nasensekret Spir. ? 17. 3. gesund in Nasensekret „ 0 18. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 19. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 20. 3. krank. Ikterus nicht deutlich. Peritonealflüssigkeit „ ? Blut „ 0 21. 3. unverändert. 22. 3. leichter Ikterus Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 23. 3. schwer krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0	24. 3.	typisch	Perit. + Herz-Blut 0 Leber +
170	2 Tropfen Kultur mit Capillare in die Nase eingeträufelt	15. 3. 16	16. 3. gesund in Nasensekret Spir. 0 17. 3. gesund. „ 0 18. 3. „ „ 0 19. 3. „ „ 0 20. 3. „ „ 0 21. 3. „ ? „ 0 22. 3. unverändert. „ 0 23. 3. krank? Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 24. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 25. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	26. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. + Leber „ +

Tabelle V. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
171	2 Tropfen Kultur i. p. Kontrolle zu 168 und 170	15. 3. 16	16. 3. gesund. 17. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 18. 3. unverändert. 19. 3. unverändert. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 20. 3. kränklich. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 21. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 22. 3. krank. Gelb. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 23. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	23. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. + Leber „ +

Passagen von Tier zu Tier weiterimpfen. Aber nicht nur bei der intraperitonealen Infektion oder bei der Infektion auf dem Wege durch die Schleimhaut, sondern auch bei der subcutanen Impfung genügten außerordentlich geringe Mengen virulenter Spirochaeten, selbst wenn es sich dabei nicht um unmittelbar aus dem Tierkörper stammendes, sondern um Kulturmaterial handelte.

Zu dem ersten in dieser Hinsicht ausgeführten quantitativen Versuch war ein Meerschweinchen, welches am 10. 2. mit 1,0 ccm Leberbrei infiziert worden war, am 15. 2. entblutet worden, nachdem an diesen Tagen in seiner Peritonealflüssigkeit außerordentlich große Mengen und in seinem Blute etwa 3—4 Spirochaeten pro Gesichtsfeld bei Dunkelfeldbeleuchtung festgestellt waren. An demselben Tage wurde dann eine Anzahl Meerschweinchen mit fallenden Mengen des Serums dieses Tieres intraperitoneal und subcutan infiziert. Der Versuch mit fallenden Kulturmengen wurde einige Zeit später ausgeführt (s. Tabelle VI, S. 69—72).

Es genügte somit bei diesen Versuchen bei der subcutanen Impfung 0,001 ccm und bei der intraperitonealen Impfung schon 0,0001 ccm Serum des getöteten Meerschweinchens, um eine tödliche Infektion hervorzurufen. Dabei ist es keineswegs sicher, ob mit der Serumdosis von 0,001 bei subcutaner und von 0,0001 bei intraperitonealer Impfung die unterste Stufe erreicht war, da geringere Dosen nicht zur Verwendung gekommen sind. Bei dem Versuch mit Kulturimpfung war für die subcutane Impfung mit der Dosis 0,00001 die unterste Grenze erreicht, während aber dagegen bei der intraperitonealen Impfung selbst noch die Kulturmenge von 0,0000001 eine tödliche Infektion auslöste.

Tabelle VI.

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
226	0,5 ccm Serum von Meerschweinchen 218 subcutan	15. 2. 16	16. 2. gesund. 17. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 18. 2. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 19. 2. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	20. 2.	typischer Befund	Perit. Spir. +
227	0,1 ccm Serum subcutan	15. 2. 16	16. 2. gesund. 17. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 Blut „ 0 18. 2. gesund? Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 19. 2. unverändert. 20. 2. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 21. 2. Ikterus. Vortretende Augen. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 22. 2. schwer krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	22. 2.	typischer Befund	Perit. Spir. +
228	0,01 ccm Serum subcutan	15. 2. 16	16. 2. gesund. 17. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 Blut „ 0 18. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 19. 2. unverändert. 20. 2. gesund. 21. 2. krank? Kein deutlicher Ikterus. 22. 2. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 23. 3. gelb. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	23. 2.	typischer Befund	Perit. Spir. +
229	0,001 ccm Serum subcutan	15. 2. 16	16. 2. gesund. 17. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 Blut „ 0 18. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 19. 2. gesund. 20. 2. gesund.	23. 2.	typischer Befund	Perit. Spir. +

Tabelle VI. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf			Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
229 Fortsetzung	0,001 ccm Serum subcutan	15. 2. 16	21. 2. gesund?			23. 2.	typischer Befund	Perit. Spir. +
			Peritonealflüssigkeit	Spir.	?			
			Blut	„	0			
			22. 2. unverändert.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
			23. 2. krank.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
230	0,5 ccm Serum i. p.	15. 2. 16	16. 2. gesund.			19. 2.	typischer Befund	Perit. Spir. +
			17. 2. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	Spir.	+			
			Blut	„	0			
			18. 2. krank.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	+			
			19. 2. Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	+			
231	0,001 ccm Serum i. p.	15. 2. 16	16. 2. gesund.			23. 2.	typischer Befund	Perit. Spir. +
			17. 2. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	Spir.	0			
			Blut	„	0			
			18. 2. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	„	0			
			Blut	„	0			
			19. 2. gesund.					
			20. 2. gesund.					
			21. 2. krank.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
			22. 2. krank.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
			23. 2. krank.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
232	0,0001 ccm Serum i. p.	15. 2. 16	16. 2. gesund.			24. 2.	typischer Befund	Perit. Spir. +
			17. 2. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	Spir.	0			
			Blut	„	0			
			18. 2. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	„	0			
			Blut	„	0			
			19. 2. gesund.					
			20. 2. gesund.					
			21. 2. krank.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
			22. 2. krank.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
			23. 2. krank.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	+			

Tabelle VI. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
270	0,01 ccm Kultur subcutan	18. 3. 16	19. 3. gesund. 20. 3. „ 21. 3. „ ? Peritonealflüssigkeit Spir. 0 Blut „ 0 22. 3. unverändert. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 23. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ +? Blut „ 0 24. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 25. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	25. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. +
271	0,001 ccm Kultur subcutan	18. 3. 16	19. 3. gesund. 20. 3. „ 21. 3. „ 22. 3. „ 23. 3. unverändert. 24. 3. krank. 25. 3. krank. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 26. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	27. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. +
272	0,0001 cccm Kultur subcutan	18. 3. 16	19. 3. gesund. 20. 3. „ 21. 3. „ 22. 3. „ 23. 3. unverändert. 24. 3. krank. 25. 3. krank. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 26. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	27. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. +
273	0,00001 ccm Kultur subcutan	18. 3. 16	19. 3. gesund. 20. 3. „ 21. 3. „ 22. 3. „ 23. 3. unverändert. 24. 3. gesund. 25. 3. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 26. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 27. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 28. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 29. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	29. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. +

Tabelle VI. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
274	0,000001 ccm Kultur subcutan 0,5 ccm Kultur i. p.	18. 3. 16 1. 4. 16	19. 3. gesund. 20. 3. „ 21. 3. „ 24. 3. „ Peritonealflüssigkeit Spir. 0 Blut „ 0 25. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 26. 3. gesund. 27. 3. „ 28. 3. „ 29. 3. „ 30. 3. „ 31. 3. „ 1. 4. „ 2. 4. †	† an Mischinfektion mit Fraenkel	keine Weilinfektion	Bakteriologische Untersuchung: Dipl. lanceolat. Fraenkel
275	0,0001 ccm Kultur i. p.	18. 3. 16	19. 3. gesund. 20. 3. „ 21. 3. „ 22. 3. „ 23. 3. unverändert. 24. 3. krank. 25. 3. „ Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 26. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	27. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. +
276	0,00001 ccm Kultur i. p.	18. 3. 16	19. 3. gesund. 20. 3. „ 21. 3. „ 22. 3. „ 23. 3. unverändert. 24. 3. krank. 25. 3. „ Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 26. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	27. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. +
277	0,000001 ccm Kultur i. p.	18. 3. 16	19. 3. gesund. 20. 3. „ 21. 3. „ 22. 3. „ 23. 3. unverändert. 24. 3. krank. 25. 3. „ Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 26. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	27. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. +
278	0,0000001 ccm Kultur i. p.	18. 3. 16	19. 3. gesund. 20. 3. „ 21. 3. „ 22. 3. „ 23. 3. unverändert. 24. 3. krank. 25. 3. „ Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 26. 3. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0	27. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. +

Zusammenfassend ergibt sich bezüglich der Aufnahme der Spirochaeten im Tierkörper aus den vorstehend angeführten Versuchen, daß bei Meerschweinchen außer der intrakardialen und intraperitonealen auch die subcutane und orale Infektion möglich ist, daß die Spirochaeten durch Wunden und die unverletzte Schleimhaut in den Körper eindringen können und daß eine außerordentlich geringe Zahl von Spirochaeten zur Erzielung einer tödlichen Infektion ausreicht. Diesen Ergebnissen gegenüber muß es als besonders auffallend bezeichnet werden, daß wir während der ganzen Dauer unserer Versuche niemals eine spontane Übertragung der Infektion bei unseren Versuchstieren feststellen konnten, obwohl wir zur natürlichen Ansteckung ständig in denselben Käfigen mit erkrankten Tieren gesunde Meerschweinchen zusammengehalten haben.

Was nun die Vermehrung und die Verbreitung der Spirochaeten im Tierkörper anlangt, so ist bereits darauf hingewiesen worden, daß die Spirochaeten auch nach einer nicht unmittelbar in die Blutbahn erfolgten Infektion doch bald im Blute in einer solchen Menge auftreten, welche eine erfolgreiche Weiterimpfung mit dem Blute des betreffenden Versuchstieres ermöglicht. Zu einer so starken Vermehrung, die auch den mikroskopischen Nachweis der Erreger im Blute gestattet, kommt es aber erst gegen das Ende der Erkrankung. Selbst bei unmittelbarer Infektion in die Blutbahn mit reichlichen Spirochaetenmengen ließen sich die Spirochaeten nicht lange mikroskopisch im Blute noch feststellen. Es tritt vielmehr, wie die Versuche bei Meerschweinchen Nr. 200 und 201 (S. 60) zeigen, offenbar in kurzer Zeit eine solche Verminderung der Erreger in der Blutbahn ein, daß ihr mikroskopischer Nachweis nicht mehr gelingt. Auch in diesen Fällen kommt es erst im späteren Verlauf wieder zu einer stärkeren Vermehrung im Blutkreislauf. Die Verhältnisse liegen somit anscheinend bei der experimentellen Infektion der Meerschweinchen anders wie bei der Erkrankung des Menschen, da hier der Nachweis des Kreisens der Erreger im Blute im allgemeinen nur in den ersten Tagen, in dem Anfangsstadium der Erkrankung gelingt, während in dem späteren Verlauf der Krankheit die Spirochaeten im Blute auch durch die Impfung nicht mehr nachzuweisen sind.

Allerdings ist bei den Tierimpfungen mit Blut aus den späteren Krankheitsstadien, worauf auch Hübener und Reiter hinweisen, in Rücksicht zu ziehen, daß es in diesem Zeitpunkt der Krankheit bereits zu einer Antikörperbildung gekommen sein kann, die die Virulenz der Spirochaeten bereits so beeinträchtigt, daß sie eine tödliche Infektion auszulösen nicht mehr imstande sind, und auch bei der Weiterimpfung des Antikörper enthaltenden Spirochaetenblutes eine ausreichende Vermehrung der Spirochaeten in dem neu infizierten Tierkörper verhindert. Dafür spricht auch die Angabe von Hübener und Reiter, daß, je später bei Blutimpfungen vom Menschen auf Meerschweinchen die Blutentnahme stattgsfunden hatte, auch der Krankheitsverlauf bei den Tieren um so verzögerter wird. Es würde deshalb auch in solchen Fällen bei Weiterimpfungen mit menschlichem Blute aus späteren Krankheitsstadien von Interesse sein, am lebenden Tiere durch Capillarentnahme die Peritonealflüssigkeit der geimpften Meerschweinchen auf das etwaige Auftreten von Spirochaeten zu untersuchen da hier unter Umständen vielleicht doch Spirochaeten gefunden werden können, ohne daß die

Tiere erkranken. Bei intraperitonealer Impfung mit vollkommen avirulenten Kulturen haben wir jedenfalls, worauf wir später noch zurückkommen, bis zu 14 Tagen Spirochaeten in der Peritonealflüssigkeit im Dunkelfeld nachweisen können bei Meerschweinchen, welche während der Beobachtungszeit niemals irgendwelche Krankheitserscheinungen gezeigt haben und auch in der Folge klinisch vollkommen gesund geblieben sind.

Hinsichtlich des Auftretens der Spirochaeten im Peritoneum liegen nach unseren Versuchen die Verhältnisse anders wie bezüglich ihres Vorkommens im Blutkreislaufe. Nach der intraperitonealen Infektion mit ausreichenden Mengen virulenten Materials sind die Spirochaeten meist früh und dann auch fortlaufend weiter regelmäßig bis zu Ende der Krankheit durch die mikroskopische Untersuchung im Peritoneum nachzuweisen. Bei den anderen Infektionsarten kommt es in der Regel erst etwas später, aber wohl doch früher wie in der Blutbahn zu einer für den mikroskopischen Nachweis genügenden Ansammlung der Spirochaeten in Peritoneum. Sie bleiben aber auch dann von ihrem ersten Auftreten an bis zum Schlusse der Krankheit nachweisbar und erfahren meist noch im Laufe der Infektion eine beträchtliche Vermehrung. Mitunter ist allerdings die Untersuchung der Peritonealflüssigkeit erschwert oder in einzelnen Fällen tageweise selbst unmöglich, wenn mit der Capillare aus dem Peritoneum der erkrankten Tiere keine Peritonealflüssigkeit gewonnen werden kann, wie es uns verschiedentlich bei manchen Tieren an einzelnen Tagen vorgekommen ist. Gewöhnlich ist aber genügend Peritonealexsudat vorhanden, und man kann häufig dann bei Entnahme mit der Capillare an dem hämorrhagischen Aussehen der Peritonealflüssigkeit bereits erkennen, daß die Infektion angegangen ist, schon zu einer Zeit, wo die Tiere noch keinerlei Krankheitserscheinungen zeigen. Die Peritonealpunktion hat sich uns bei den experimentellen Untersuchungen als die zweckmäßigste diagnostische Methode zur Feststellung der Infektion erwiesen und zwar nicht nur bei Meerschweinchen, sondern auch bei den anderen empfänglichen Tierarten.

Fast regelmäßig haben wir bei den an der Infektion verendeten Tieren die Spirochaeten auch in der Leber durch die mikroskopische Untersuchung im Dunkelfeld nachweisen können und zwar in sehr reichlicher Menge. Ziemlich häufig fanden wir sie auch bei den mikroskopischen Untersuchungen in der Lunge, seltener in der Milz und in den Nieren. Besonders charakteristische Bilder erhielten wir bei Schnitten durch die Leber und die Lunge. Bei nach Levaditi gefärbten Schnitten durch die Lungenherde sieht man die Spirochaeten meist in gruppenweisen Zügen die Zellen netzförmig umgeben. Auch in der Leber finden sie sich zum Teil herdweise, und hier tritt die Art ihrer Lagerung auf den Levaditi-Leberschnitten noch deutlicher in Erscheinung, wie sie in charakteristischer Weise die Leberzellen umlagern und die intercellulären Spalträume fast ganz ausfüllen. Bezüglich der näheren Einzelheiten weisen wir auf die Arbeit von Zuelzer und die dieser Arbeit beigegebenen Tafeln.

Die Spirochaeten werden aus dem infizierten Organismus in virulentem Zustande durch den Urin und den Kot ausgeschieden. Als Beispiel zugleich für das frühe Auftreten der Spirochaeten im Urin seien nachstehende Protokolle angeführt.

Tabelle VII.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
284	½ ccm Kochsalzaufschwemmung steril entnommenen Darminhaltes von Meerschwein Nr. 281 i. p.	24. 3. 16	25. 3. gesund. 26. 3. gesund. 27. 3. unverändert. Peritonealflüssigkeit Spir. + 28. 3. unverändert. 29. 3. krank? Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 30. 3. krank. nicht deutlich gelb 31. 3. unverändert Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 1. 4. nicht deutlich gelb Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0	2. 4.	keine ikterische Verfärbung, Lunge typische Herde	Perit. Spir. + Leber „ +
296	wie Nr. 284 von Meerschwein Nr. 290	3. 4. 16	4. 4. kränklich. 5. 4. besser. Peritonealflüssigkeit Spir. + 6. 4. kränklich. 7. 4. krank. Beginnende Gelbfärbung Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 8. 4. gelb. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 9. 4. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	10. 4.	typischer Befund	Perit. Spir. + Leber „ + Lunge „ ? Niere „ +
217	½ ccm steril entnommenen Urins von Meerschwein Nr. 208 i. p.	14. 2. 16	15. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. ? 16. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + 17. 2. kränklich? 18. 2. unverändert. 19. 2. Ikterus. Peritonealflüssigkeit „ ++ Blut „ +	20. 2.	typischer Befund	Perit. Spir. + Leber „ + Lunge „ +
224	0,5 ccm Leberbrei i. p.	21. 2. 16	22. 2. gesund. 23. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + 24. 2. gesund? Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 25. 2. krank. Beginnender Ikterus Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0	25. 2. getötet. Der in der Blase befindliche Urin wird steril entnommen		Perit. Spir. + Leber „ + Niere „ 0 Urin „ 0

Tabelle VII. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf			Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
231	1/2 ccm Urin von Meerschwein Nr. 224 i. p.	25. 2. 16	26. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit	Spir.	?	4. 3.	typischer Befund	Perit. Spir. +
								Leber „ +
			27. 2. gesund.					
			28. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit	„	+			
			29. 2. unverändert					
			1. 3. krank? Peritonealflüssigkeit	„	+			
			2. 3. krank. Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	+			
			3. 3. Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	+			

Es war somit in zwei Fällen gelungen mit dem Darminhalt der an Weilinfektion eingegangenen Meerschweinchen andere Meerschweinchen zu infizieren. Ebenso hatte die intraperitoneale Impfung mit 1/2 ccm steril entnommenen Urins eines an der experimentellen Infektion verendeten Meerschweinchens bei einem anderen Tiere eine tödliche Infektion zur Folge gehabt. In dem zuletzt angeführten Versuche erwies sich der Urin eines am fünften Tage getöteten weilkranken Tieres bereits infektiös. Im Blut des getöteten Tieres waren während der Erkrankung durch die mikroskopische Untersuchung Spirochaeten nicht nachzuweisen und auch die mikroskopische Untersuchung des Urins hatte selbst am Tage des Todes ein negatives Ergebnis gehabt. Dagegen konnten im Lebersaft Spirochaeten festgestellt werden.

Untersuchungen an anderen Tieren.

a) Versuche an Ratten und Mäusen.

Neben den Untersuchungen mit Meerschweinchen sind gleichzeitig von uns auch experimentelle Infektionsversuche an Ratten und Mäusen durchgeführt worden. Die Tiere wurden in den ersten Versuchsreihen mit Meerschweinchen-Leberbrei intraperitoneal infiziert. Später wurden die Passagen durch intraperitoneale Capillarimpfung mit Peritonealflüssigkeit von Tier zu Tier weitergeführt. Weder die Ratten noch die Mäuse ließen zunächst irgend welche Krankheitserscheinungen erkennen. Durch die mikroskopische Untersuchung der Peritonealflüssigkeit und des Blutes ließ sich aber nach der Impfung feststellen, daß die Ausbreitung und die Vermehrung der Spirochaeten auch im Körper der Ratte und der Maus wie im Meerschweinchenorganismus erfolgt.

Tabelle VIII.

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf		Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
Ratte a	1/2 ccm Leberbrei von Meerschweinchen	10. 2. 16	11. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Blut	Spir. + „ 0			
			12. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Blut	„ + „ 0			
			13. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Blut	„ ++ „ 0			
			14. 2. gesund.				
			15. 2. macht keinen kranken Eindruck. Peritonealflüssigkeit Blut	„ ++ „ +			
			16. 2. macht keinen kranken Eindruck. Peritonealflüssigkeit Blut	„ ++ „ ++			
			17. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Blut	„ 0 „ 0			
	nochmals 1/2 ccm Leberbrei von Meerschweinchen i. p.	21. 2. 16	21. 2. gesund. bleibt gesund, wird zur Immunisierung verwendet				
Ratte b	1/2 ccm Leberbrei von Meerschweinchen	10. 2. 16	11. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Blut	Spir. + „ 0			
			12. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Blut	„ + „ 0			
			13. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Blut	„ ++ „ 0			
			14. 2. gesund.				
			15. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Blut	„ ++ „ +			
			16. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Blut	„ ++ „ ++			
			17. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Blut	„ 0 „ 0			
	nochmals 1/2 ccm Leberbrei von Meerschweinchen i. p.	21. 2. 16	21. 2. gesund. bleibt gesund, wird zu Immunisierungszwecken verwendet				
Maus 1	1/4 ccm Leberbrei von Meerschweinchen	10. 2. 16	11. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Blut	Spir. + „ 0			
			12. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Blut	„ + „ 0			

Tabelle VIII. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
Maus 1 Fortsetzung	1/4 ccm Leberbrei von Meerschweinchen	10. 2. 16	13. 2. gesund.			
			14. 2. gesund.			
			15. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0			
			16. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ ++ Blut „ +			
			17. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ ++ Blut „ ++			
			18. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			19. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			20. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
	nochmals 1/4 ccm	21. 2. 16	21. 2. bleibt gesund, wird weiter immunisiert			
Maus 2	1/4 ccm Leberbrei von Meerschweinchen	10. 2. 16	11. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0			
			12. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0			
			13. 2. gesund.			
			14. 2. gesund.			
			15. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0			
			16. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ ++ Blut „ +			
			17. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ ++ Blut „ ++			
			18. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			19. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			20. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
	nochmals 1/4 ccm	21. 2. 16	21. 2. gesund. bleibt gesund, wird weiter behandelt			

Tabelle VIII. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
Maus 3	1/4 ccm Leberbrei von Meerschweinchen	10. 2. 16	11. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 12. 2. gesuud. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 13. 2. gesund. 14. 2. gesund. 15. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 16. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ ++ Blut „ + 17. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ +++ Blut „ ++ 18. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 19. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 20. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
	nochmals 1/4 ccm	21. 2. 16	21. 2. gesund. bleibt gesund, wird weiter behandelt			

Es konnte somit, wie aus den Protokollen hervorgeht, auch bei den intraperitoneal geimpften Ratten und Mäusen vom Tage nach der Impfung an Spirochaeten im Peritoneum nachgewiesen und an den folgenden Tagen auch eine deutliche Vermehrung in der Peritonealflüssigkeit festgestellt werden. Vom 5. Tage an traten die Spirochaeten auch im Blute in einer durch die mikroskopische Untersuchung nachweisbaren Menge auf. Bis zum 7. Tage war auch im Blute eine Vermehrung festzustellen. Vom 8. Tage an waren aber bei dieser Versuchsreihe die Spirochaeten aus dem Peritoneum und aus der Blutbahn plötzlich verschwunden. Da das Untersuchungsergebnis bis zum 21. Februar negativ blieb, erfolgte an diesem Tage eine abermalige Impfung, nach der aber Spiroehaeten ebenfalls nicht mehr nachgewiesen werden konnten. Bis zur 4. Passage war der Infektionsverlauf bei den geimpften Ratten und Mäusen der gleiche. Von der 5. Passage an fiel es aber auf, daß manche der infizierten Mäuse schon vor dem Auftreten der Spirochaeten in der Blutbahn einen sichtlich kranken Eindruck machten. Es kam aber auch bei diesen Tieren nur zu einem vorübergebenden mikroskopisch nachweisbaren Erscheinen der Spirochaeten in der Blutbahn. Einige der Tiere starben aber am 8. oder 9. Tage unmittelbar, nachdem die Spirochaeten aus der Peritonealflüssigkeit und dem Blute wieder verschwunden waren.

Tabelle IX.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
12	Capillarimpfung mit Peritonealflüssigkeit von Maus 9	10. 3. 16	11. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 12. 3. gesund. 13. 3. gesund? Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 14. 3. sichtlich krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 15. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 16. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 17. 3. besser. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0	18. 3.	Nur in der Lunge einige Blutungen, ähnlich wie bei den Meerschweinchen, sonst kein typischer Befund	Perit. Spir. 0 Leber „ 0 Lunge „ 0 Bakteriologische Untersuchung negativ
16	Capillarimpfung mit Peritonealflüssigkeit von Maus 14	22. 3. 16	23. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 24. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 25. 3. krank. 26. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 27. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 28. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 29. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 30. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 31. 3. besser	getötet 31. 3. Getötet zur Blutuntersuchung und Verimpfung auf Meerschweinchen Nr. 52	—	Perit. Spir. 0 Leber „ 0
17	Capillarimpfung mit Peritonealflüssigkeit von Maus 14	22. 3. 16	23. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 24. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 25. 3. krank. 26. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 27. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0	getötet 30. 3.	—	Perit. Spir. 0 Leber „ 0

Tabelle IX. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
17 Fortsetzung	Capillarimpfung mit Peritonealflüssigkeit von Maus 14	22. 3. 16	28. 3. krank. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ + 29. 3. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 30. 3. krank Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0	getötet 30. 3. Getötet zur Blutuntersuchung und Verimpfung auf Meerschweinchen Nr. 50	—	Perit. Spir. 0 Leber „ 0
24	Capillarimpfung mit Peritonealflüssigkeit von Maus 22	4. 4. 16	5. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 6. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 7. 4. gesund. 8. 4. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 9. 4. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 10. 4. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 11. 4. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 12. 4. krank. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0	13. 4.	Lunge typisch. Blutungen in Haut und Peritoneum	Perit. Spir. + ? Leber „ 0 Lunge „ ?
26	Capillarimpfung mit Peritonealflüssigkeit von Maus 22	4. 4. 16	5. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 6. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 7. 4. gesund. 8. 4. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 9. 4. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 10. 4. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 11. 4. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 12. 4. krank. Peritonealflüssigkeit „ +? Blut „ 0	13. 4.	Lunge typisch. Blutungen in Haut und Peritoneum	Perit. Spir. + Leber „ 0 Leberschnitt „ + Lungeschnitt „ +

Tabelle IX. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf		Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
52	Blut von Maus Nr. 16 i. p.	31. 3. 16	1. 4. gesund.		18. 4.	typischer Befund	Perit. Spir. +
			Peritonealflüssigkeit	Spir. 0			
			Blut	„ 0			
			2. 4. gesund.				
			Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			3. 4. gesund.				
			Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			4. 4. gesund.				
			Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			5. 4. gesund.				
			Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			6. 4. gesund.				
			Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			7. 4. gesund.				
			Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			10. 4. gesund.				
	nachgeimpft 0,5 ccm Kultur i. p.	11. 4. 16	12. 4. gesund.				
			Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ 0			
			14. 4. krank?				
			Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ 0			
			16. 4. krank.				
			Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ 0			
			17. 4. krank.				
			Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ +			
50	Blut von Maus Nr. 17 i. p.	30. 3. 16	31. 3. gesund.		9. 4.	typischer Befund	Perit. Spir. +
			Peritonealflüssigkeit	Spir. 0			
			Blut	„ 0			
			1. 4. Peritonealflüssigkeit	„ +?			
			Blut	„ 0			
			2. 4. gesund.				
			Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ 0			
			3. 4. unverändert.				
			4. 4. krank?				
			5. 4. krank?				
			Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ 0			
			6. 4. krank?				
			Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ 0			
			7. 4. Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ +			
			8. 4. Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ +			

Tabelle IX. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
51	Leberbrei von Maus Nr. 17	30. 3. 16	31. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 Blut „ 0 1. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit „ +? Blut „ 0 2. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 3. 4. unverändert. 4. 4. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 5. 4. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 6. 4. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 7. 4. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	7. 4.	typischer Befund	Perit. Spir. +

Bei der zuerst zugrunde gegangenen Maus Nr. 12 war außer dem Lungenbefund, welcher dem bei den Meerschweinchen beobachteten ähnlich war, nichts festzustellen, was dafür gesprochen hätte, daß der Tod infolge der Weilinfektion erfolgt war. Spirochaeten waren weder im Peritoneum noch im Blute nachweisbar. Da auch die bakteriologische Untersuchung ein völlig negatives Ergebnis hatte, ist anzunehmen, daß der Tod durch Giftwirkung infolge des plötzlichen Zugrundegehens der im Körper befindlichen Spirochaetenmassen eingetreten war. In späteren Fällen waren auch in der Haut wie im Peritoneum charakteristische Blutungen zu beobachteten. Auch gelang dann in einzelnen Fällen schon mikroskopisch und in Schnittpräparaten auch noch der Nachweis der Spirochaeten. Ferner konnte durch Blutimpfungen festgestellt werden, daß sich auch nach dem auf Grund des mikroskopischen Untersuchungsbefundes anzunehmenden Schwinden der Spirochaeten aus der Blutbahn in manchen Fällen doch noch virulente Spirochaeten nicht nur in den Organen, insbesondere in der Leber befinden, sondern selbst noch im Blute kreisen können. Verschiedentlich waren aber auch die Weiterimpfungen erfolglos.

Jedenfalls zeigten die Ergebnisse, daß die Spirochaeten in verhältnismäßig kurzer Zeit durch eine dauernde Weiterzüchtung im Mäuseorganismus eine erhebliche Virulenzsteigerung für Mäuse erfahren hatten. Dies trat in der Folge noch mehr in Erscheinung, so daß wir in späteren Reihen dann auch das Auftreten eines ausgesprochenen Ikterus bei den Mäusen beobachten konnten. Allerdings war dies nicht regelmäßig der Fall und blieb auch in den späteren Passagen immer nur auf wenige Tiere beschränkt. Einzelne Tiere haben trotz des Auftretens eines starken Ikterus die Infektion überstanden.

Tabelle X.

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
Maus 84	Capillar-impfung i. p. mit Kultur	12. 9. 16	13. 9. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut 14. 9. gesund. 16. 9. krank. 17. 9. krank. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut 18. 9. krank. Ikterus? Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 19. 9. deutlich gelb, besonders deutlich an Ohren, Pfoten und Schwanz Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 20. 9. Ausgesprochener Ikterus Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 21. 9. noch unverändert ikterisch Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 23. 9. Gelbfärbung geringer 25. 9. Gelbfärbung nur noch angedeutet Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 30. 9. gesund.			
Maus 34	Capillar-impfung mit Peritoneal-flüssigkeit von Maus 30	2. 2. 17	3. 2. gesund. 5. 2. gesund. 6. 2. gesund? 7. 2. krank. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 8. 2. krank. Gelb. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 9. 2. deutlich gelb Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	10. 2.	typischer Befund	Perit. Spir. + Leber „ +
Maus 58	Capillar-impfung mit Peritoneal-flüssigkeit von Maus 55	12. 4. 17	13. 4. gesund. 15. 4. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 17. 4. krank. Gelblich? 18. 4. deutlich gelb Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 19. 4. Ausgesprochener Ikterus Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	20. 4.	typischer Befund	Perit. Spir. + Leber „ + Lunge im Schnitt } „ +

Bei Ratten haben wir das Eintreten eines Ikterus sowie Todesfälle infolge der Infektion nicht gesehen, allerdings sind auch die Spirochaeten von uns nicht solange in Ratten weitergehalten worden wie in Mäusepassagen. Dagegen haben wir in einem Falle bei einer Ratte das Auftreten eines Rückfalles beobachtet.

Tabelle XI.

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf			Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
Ratte k	Capillarimpfung mit Peritonealflüssigkeit von Ratte i.	3. 4. 16	4. 4. gesund.			25. 4. getötet zur Weiterimpfung	kein besonderer Befund	Perit. Spir. + Leber „ 0
			5. 4. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	Spir.	0			
			Blut	„	0			
			6. 4. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
			7. 4. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
			8. 4. unverändert.					
			10. 4. unverändert.					
			Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	+			
			11. 4. Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
			12. 4. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	„	0			
			Blut	„	0			
			13. 4. gesund.					
			Peritonealflüssigkeit	„	0			
			Blut	„	0			
			16. 4. Peritonealflüssigkeit	„	0			
			18. 4. Peritonealflüssigkeit	„	0			
			22. 4. Peritonealflüssigkeit	„	+?			
			23. 4. Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
			24. 4. Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			
			25. 4. Peritonealflüssigkeit	„	+			
			Blut	„	0			

In diesem Falle war die Ratte nach dem Auftreten und Verschwinden der Spirochaeten im Blute des Tieres vom 9. bis zum 15. Tage bei den mikroskopischen Untersuchungen vollständig spirochaetenfrei befunden worden. Bei einer Nachuntersuchung am 19. Tage war es zweifelhaft, ob im Peritoneum Spirochaeten nachzuweisen waren. Vom 20. Tage an konnten mit Sicherheit aber im Peritoneum wieder Spirochaeten festgestellt werden. Zur Erhaltung des Rezidivstammes wurde an diesem Tage die Ratte getötet und mit ihrem Blute und mit Peritonealflüssigkeit je eine Maus infiziert. Beide Mäuse wurden am anderen Tage tot in ihren Gläsern aufgefunden. Die Todesursache ließ sich nicht aufklären, vermutlich handelte es sich um eine Futtervergiftung, da auch in drei anderen Gläsern die Mäuse verendet waren. Der Versuch einer Weiterimpfung des Stammes mit Material von den verendeten Mäusen war erfolglos.

Tabelle XII.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
Kan. I 1,0 kg	2 ccm Meerschweinchen-Leberbrei i. p.	21. 2. 16	22. 2. gesund.	5. 3.	nicht typisch, starke Anämie aller Organe	Perit. Spir. 0 Leber „ 0 Leberschnitt „ 0
			23. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0			
			24. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0			
			25. 2. gelbliche Färbung der Scleren Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +			
			26. 2. Ikterus deutlicher. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +			
			27. 2. krank. Gelb. Peritonealflüssigkeit „ ++ Blut „ 0			
			28. 2. sehr starker Ikterus. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0			
			29. 2. Ikterus unverändert. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			1. 3. Ikterus schwächer.			
			2. 3. noch krank. Ikterus schwächer.			
			3. 3. schwer krank. Ikterus fast verschwunden. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			4. 3. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
Kan. II 2,0 kg	2 ccm Meerschweinchen-Leberbrei	23. 2. 16	24. 2. gesund. Perit. Darmstich.			
			25. 2. gesund. Blut Spir. 0			
			27. 2. gesund. Blut „ 0			
			29. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			1. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
	nochmals 2,0 ccm i. p.	4. 3. 16	5. 3. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			6. 3. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			7. 3. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			8. 3. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
			9. 3. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut [1] „ 0			

[1]) 10. 3. zur Weiterimpfung verwandt.

Tabelle XII. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf		Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
Kan. III 2,3 kg	2 ccm Meerschweinchen-Leberbrei	23. 2. 16	24. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit	Spir. +			
			25. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit	„ ?			
			Blut	„ 0			
			27. 2. gesund. Blut	„ 0			
			29. 2. gesund. Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			1. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			5. 3. Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			6. 3. Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			7. 3. Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			8. 3. Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			9. 3. Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
Kan. IV 1,2 kg	1,0 ccm Kultur i. p.	7. 3. 16	8. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit	Spir. +			
			9. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit	„ +			
			Blut	„ 0			
			10. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit	„ +?			
			Blut	„ 0			
			11. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			12. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
			15. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit	„ 0			
	nachgeimpft		Blut	„ 0			
	mit Meerschw.-Leberbrei	18. 3. 16	18. 3. gesund[1]). Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			
Kan. V 900 g	2,0 ccm Kultur	7. 3. 16	8. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit				
			9. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit	Spir. +			
			Blut	„ 0			
			10. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit	„ +?			
			Blut	„ 0			
			11. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit	„ 0			
			Blut	„ 0			

[1]) 27. 3. zur Weiterimpfung verwandt.

Tabelle XII. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
Kan. V 900 g Fortsetzung	2,0 ccm Kultur	7. 3. 16	12. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 Blut „ 0 15. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 19. 3. gesund[1]. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
Kan. VI 1,2 kg	3,0 ccm Kultur	7. 3. 16	8. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit 9. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 10. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ +? Blut „ 0 11. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 12. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 15. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 19. 3. gesund[2]. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
Kan. VII 1,5 kg	1,0 ccm Meerschweinchen-Leberbrei i. p.	17. 3. 16	18. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 19. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 20. 3. Peritonealflüssigkeit „ ++ Blut „ 0 21. 3. Peritonealflüssigkeit „ ++ Blut „ 0 23. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 24. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 25. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ +? Blut „ 0 26. 3. gesund[3]. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			

[1]) 27. 3. zur Weiterimpfung verwandt.

[2]) Desgl.

[3]) Zur Nachimpfung benutzt.

Tabelle XII. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
Kan. VIII 900 g	1,0 ccm Leberbrei von Meerschweinchen i. p.	17. 3. 16	18. 3. gesund. 19. 3. gesund. 20. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 21. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 23. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ +? Blut „ 0 24. 3. Peritonealflüssigkeit „ +? Blut „ 0 25. 3. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			
	nochmals geimpft mit 1,0 ccm Leberbrei	26. 3. 16	27. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 28. 3. gesund[1]. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 29. 3. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0			

b) Versuche an Kaninchen.

In Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen von Uhlenhuth-Fromme, von Hübener-Reiter und von Inada und seinen Mitarbeitern erwiesen sich auch bei unseren Untersuchungen Kaninchen für die Weilinfektion empfänglich. Die Empfänglichkeit der einzelnen Tieren ist aber offenbar bei dem Kaninchen individuell außerordentlich verschieden. Das Alter der Tiere scheint dabei von einem gewissen Einfluß zu sein, ist aber allein nicht ausschlaggebend. Wenigstens haben wir in einem Falle gesehen, daß bei Impfung mit dem gleichen Material die Spirochaeten bei dem älteren Tiere im Blute auftraten, während es bei den gleichzeitig infizierten jüngeren Kaninchen zu einer nachweisbaren Blutinfektion nicht kam. Auch haben wir bei dieser Tierart nach der Impfung mit Kulturmaterial in keinem Falle eine mikroskopisch nachweisbare Blutinfektion beobachtet, sondern das Auftreten der Spirochaeten auch im Blut nur nach der intraperitonealen Impfung mit tierischem Infektionsmaterial feststellen können. Eine tödliche Infektion haben wir nur bei dem ersten geimpften Kaninchen gesehen, nachdem bei ihm auch die ikterischen Veränderungen in stärkster Weise in Erscheinung getreten waren (s. vorstehende Tabelle XII, S. 86—89).

Auch bei Zufuhr großer Kulturmengen unmittelbar in die Blutbahn, wie wir sie später zu Immunisierungszwecken bei Kaninchen verwandt haben, konnten wir deutlich ausgesprochene Krankheitserscheinungen bei den behandelten Tieren nicht beobachten.

[1]) Zur Nachimpfung benutzt.

Allerdings handelte es sich dabei hauptsächlich um ältere Kaninchen, da wir zu diesen Versuchen zur Gewinnung entsprechender Serummengen größere Tiere benutzt haben. Die Spirochaeten verschwanden auch hier verhältnismäßig rasch wieder aus der Blutbahn. Bei einem in dieser Hinsicht durchgeführten Versuch konnten wir sie bereits nach 6 Stunden in der Blutbahn des betreffenden Tieres durch die mikroskopische Untersuchung nicht mehr nachweisen. Die Feststellung des Übertritts der Spirochaeten in das Peritoneum ist uns bei den intravenös behandelten Tieren ebenfalls nur in wenigen Fällen gelungen.

Tabelle XIII.

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
Hund 1. Älterer Fox	2 ccm Meerschweinchen-Leber von Meerschweinchen 295	14. 7. 16	15. 7. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 17. 7. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 19. 7. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 21. 7. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 28. 7. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 24. 7. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 26. 7. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 27. 7. Peritonealflüssigkeit „ +? Blut „ 0 28. 7. gesund. Peritonealflüssigkeit „ +? Blut „ 0 29. 7. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 31. 7. Peritonealflüssigkeit „ 0 6. 8. Peritonealflüssigkeit „ 0			
Hund 2. Junger Fox	2 ccm Meerschweinchen-Leber von Meerschweinchen 295	14. 7. 16	15. 7. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 16. 7. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 17. 7. krank? Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 18. 7. krank. Gelb. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 19. 7. krank. Ikterisch. Peritonealflüssigkeit „ ++ Blut „ ++	20. 7.	Starke ikterische Verfärbung der Haut und der Schleimhäute; herdförmige Blutungen in den Organen	Perit. Spir. + Leber „ + Lunge „ +

c) Versuche an Hunden.

Übertragungsversuche bei Hunden haben wir nur in zwei Fällen ausgeführt. Beide Tiere, ein alterer dreijähriger und ein nur wenig über ein Jahr alter Foxterrier, wurden mit je 2,0 Meerschweinchenleberbrei intraperitoneal infiziert. Der ältere Hund zeigte keinerlei Krankheitserscheinungen, doch wurden Spirochaeten bei ihm im Peritoneum längere Zeit nachgewiesen. Eine Blutinfektion konnte nicht festgestellt werden. Das jüngere Tier dagegen zeigte die typischen Krankheitserscheinungen und ging an der Infektion zugrunde. Der Spirochaetenwachweis gelang auch hier nach dem Tode des Tieres durch die mikroskopische Untersuchung in dem Peritoneum und in der Leber (s. vorstehende Tabelle XIII, S. 90).

Die gelungene Übertragung der Spirochaeten auf Hunde ist insofern von besonderem Interesse, als Krumbein und Frieling (13) zwei menschliche Erkrankungsfälle beschrieben haben, bei denen nach ihrer Annahme die Übertragung der Krankheit von einem spontanen an einer Weilinfektion erkrankten Hunde aus erfolgt war. Experimentelle Übertragungsversuche auf Hunde mit spirochaetenhaltigem menschlichen Blute sind den Autoren jedoch nicht gelungen.

Weitere Infektionsversuche sind von uns schließlich noch bei zwei Katzen, zwei Hühnern und zwei Sperlingen ausgeführt worden, in allen Fällen ohne positiven Erfog.

Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit der Spirochaeten außerhalb des Tierkörpers.

Die Haltbarkeit der Spirochaeten außerhalb des Tierkörpers ist auch, sofern sie sich nicht unter den erwähnten, ihnen zusagenden Kulturbedingungen befinden, ziemlich beträchtlich. Wir sahen wiederholt bei entsprechenden Versuchen in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von Uhlenhuth und Fromme, daß sich Spirochaeten in Serumproben und Proben defibrinierten Blutes, welche 8 Tage und mehr bei Zimmer- bezw. Eisschranktemperatur gehalten waren, noch virulent erwiesen. Nach den Beobachtungen Reiters vermögen sich die Spirochaeten in aerob gehaltenem Serum bis zu 14 Tagen lebensfähig zu erhalten und selbst reichliche Vermehrung zu zeigen. Dabei war es bei unseren Versuchen ohne Einflnß, ob das spirochaetenhaltige Material im Dunkeln oder bei Tageslicht aufbewahrt wurde. Dagegen ist aber nach unseren Beobachtungen die Haltbarkeit der Spirochaeten in hohem Grade abhängig von den jeweiligen Temperaturverhältnissen, denen die Spirochaeten ausgesetzt sind. Wie schon bei der Erörterung des kulturellen Verhaltens kurz erwähnt wurde, sind die Spirochaeten gegen Temperaturen über 40° außerordentlich empfindlich. Zwar können die Spirochaeten, wie uns Versuche mit Kulturen gezeigt haben, die Einwirkung einer Temperatur von 40° ohne Schädigung ihrer Lebensfähigkeit und ihrer Virulenz längere Zeit ertragen, und auch ihre Beweglichkeit wird im allgemeinen dadurch kaum beeinträchtigt. Einzelne Spirochaeten lassen allerdings bei längerem Verweilen bei 40° ein Abnehmen ihrer Beweglichkeit erkennen, die große Mehrzahl zeigt aber auch dann in der Art und in der Lebhaftigkeit ihrer Bewegung keine Veränderung. Ganz anders liegen die Verhältnisse, wenn eine weitere Steigerung der Temperatur über 40° vorgenommen wird. Bei den nachstehenden Versuchen waren Kulturröhrchen, welche

jeweils 1/2 ccm Kultur enthielten, im Wasserbade bei 40°, 45°, 50° und 60° gehalten werden. Nach bestimmten Zeiten zwischen 10 Minuten und 3 Stunden wurden aus den Röhrchen Proben entnommen und durch die mikroskopische Untersuchung die Spirochaeten auf ihre Lebensfähigkeit und Beweglichkeit, sowie durch Verimpfung des Inhalts der einzelnen Röhrchen auf Meerschweinchen auf ihre Virulenz geprüft.

Tabelle XIV.

Nrr.	Untersuchungsmaterial	Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung					Ergebnis der Tierimpfung				
		10 Minuten	1/2 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	10 Min.	1/2 Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.
1	1/2 ccm 5 Tage alter Kultur wird im Wasserbad bei 40° gehalten	unverändert gut beweglich	nur ganz vereinzelte Spirochaeten unbeweglich. Die große Mehrzahl unverändert gut beweglich	wie nach 1/2 Std.		unverändert wie zuvor	erfolgreich	—	erfolgreich		
2	1/2 ccm Kultur wie bei 1 bei 45° gehalten	fast alle Spirochaeten unbeweglich. Nach 1/2 stündiger Aufbewahrung bei Zimmertemperatur zeigen fast alle Spirochaeten wieder Beweglichkeit	alle Spirochaeten unbeweglich.	wie nach 1/2 Std.		unverändert wie zuvor	erfolgreich	erfolglos	erfolglos		
3	1/2 ccm Kultur wie bei 1 bei 50° gehalten	fast alle Spirochaeten unbeweglich. Nach 1/2 stündiger Aufbewahrung bei Zimmertemperatur hat die Zahl der beweglichen Spirochaeten zugenommen	Alle Spirochaeten unbeweglich. Ebenso nach 1/2 stündiger Aufbewahrung bei Zimmertemperatur	wie nach 1/2 Std.		unverändert wie zuvor	erfolgreich	erfolglos	erfolglos		
4	1/2 ccm Kultur wie bei 1 bei 60° gehalten.	Alle Spirochaeten unbeweglich. Ebenso nach 1 stündiger Aufbewahrung bei Zimmertemperatur	Alle Spirochaeten unbeweglich. Viele Spirochaeten zeigen Auflösungserscheinungen	Die Zahl der Spirochaeten ist geringer. Anscheinend hat ein Teil der Spirochaeten bereits völlige Auflösung erfahren		Alle noch erhaltenen Spirochaeten zeigen Auflösungserscheinungen. Die Zahl der Spirochaeten hat noch weiter abgenommen	erfolglos	erfolglos	erfolglos		

Wie die Versuche ergaben, waren bei den bei 40° gehaltenen Kulturröhrchen selbst nach 3 Stunden nicht nur die Beweglichkeit und die Lebensfähigkeit, sondern auch die Virulenz der Spirochaeten noch vollkommen erhalten. Dagegen war in den bei 45° und 50° gehaltenen Röhrchen schon nach einem Aufenthalt von 10 Minuten die Beweglichkeit der meisten Spirochaeten bereits stark beeinträchtigt. Bei weiterer Aufbewahrung dieser Röhrchen bei Zimmertemperatur trat aber insofern eine Erholung der Spirochaeten ein, als ein Teil von ihnen wieder gute Beweglichkeit zeigte. Auch gelang in diesen Fällen bei intraperitonealer Impfung mit $^1/_2$ ccm Kultur noch eine erfolgreiche Infektion von Meerschweinchen, während bei den $^1/_2$ Stunde bei 45° und 50° gehaltenen Röhrchen sich die Spirochaeten alle als bewegungslos und vollständig abgetötet erwiesen. Bei den bei 60° gehaltenen Spirochaeten war bereits nach 10 Minuten völlige Abtötung erreicht. Auch ließen hier die Spirochaeten bereits Auflösungserscheinungen erkennen, die nach $^1/_2$ Stunde in noch stärkerem Grade hervortraten. Durch die zunehmende Auflösung war bei den späteren Entnahmen die Zahl der noch vorhandenen Spirochaeten immer geringer geworden.

Im Gegensatz zu dieser beträchtlichen Empfindlichkeit gegen hohe Temperaturen zeigten die Spirochaeten gegen niedrige Temperaturen eine bemerkenswerte Resistenz, selbst bei mehrtägigem Aufenthalt im Frigo. Bei diesen Versuchen waren mehrere Kulturröhren in gefrorenem Zustande im Frigo aufbewahrt und nach 1, 2, 3 und 4 Tagen die Spirochaeten auf Lebensfähigkeit und Virulenz geprüft worden.

Tabelle XV.

Nr.	Untersuchungsmaterial	Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
1	1 Kultur 24 Stunden im Frigo	Unmittelbar nach dem Auftauen alle Spirochaeten unbeweglich. Nach $^1/_2$ Stunde bei Brutschranktemperatur zeigen einzelne Spirochaeten träge Beweglichkeit	17. 9. Intraper. Impfung eines Meerschweinchens mit 3 ccm Kultur	18. 9. gesund Peritonealflüssigkeit Spir. 0 19. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ 0 20. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ ? 21. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ + 23. 9. krank Peritonealflüssigkeit „ ++ 24. 9. krank Peritonealflüssigkeit „ ++ Blut „ 0 25. krank gelb Peritonealflüssigkeit „ ++ Blut „ 0 26. 9. krank Peritonealflüssigkeit kein Exsudat erhalten Blut Spir. +	27. 9.	typisch	Perit. Spir. +

Tabelle XV. (Fortsetzung.)

Nr.	Untersuchungsmaterial	Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
2	1 Kultur 48 Stunden im Frigo	Unmittelbar nach dem Auftauen alle Spirochaeten unbeweglich. Nach $^{1}/_{2}$ Stunde bei Brutschranktemperatur zeigen einzelne Spirochaeten träge Beweglichkeit	18. 9.	19. 9. gesund Peritonealflüssigkeit Spir. 0 20. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ 0 21. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ 0 22. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ ? 23. 9. gesund Peritonealflüssigkeit kein Exsudat erhalten 24. 9. gesund Peritonealflüssigkeit Spir. + 25. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ + 27. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 28. 9. krank Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 29. 9. krank nicht deutlich gelb Peritonealflüssigkeit Spir. + Blut „ 0 30. 9. krank	30. 9.	typisch	Perit. Spir. +
3	1 Kultur 3 Tage im Frigo	Unmittelbar nach dem Auftauen alle Spirochaeten unbeweglich. Nach $^{1}/_{2}$ Stunde bei Brutschranktemperatur zeigen einzelne Spirochaeten träge Beweglichkeit	19. 9.	20. 9. gesund Peritonealflüssigkeit Spir. 0 21. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ 0 22. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ 0 23. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ 0 24. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ 0 25. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ + 26. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ + 27. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ + 28. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ + 29. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ + 30. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 1. 10. gesund Peritonealflüssigkeit „ +? Blut „ 0 2. 10. gesund Peritonealflüssigkeit „ 0 3. 10. Peritonealflüssigkeit „ 0 5. 10. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 10. 10. Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0	—		

Tabelle XV. (Fortsetzung.)

Nr.	Untersuchungsmaterial	Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
4	1 Kultur 4 Tage im Frigo	Unmittelbar nach dem Auftauen alle Spirochaeten unbeweglich. Nach $^1/_2$ Stunde bei Brutschranktemperatur zeigen einzelne Spirochaeten träge Beweglichkeit	20. 9.	21. 9. gesund Peritonealflüssigkeit Spir. 0 22. 9. gesund 23. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ 0 24. 9. gesund 25. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ 0 26. 9. gesund 27. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ + 28. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ + 29. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ + 30. 9. gesund Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 1. 10. gesund Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 2. 10. gesund Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 3. 10. gesund Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 5. 10. gesund Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0 10. 10. gesund Peritonealflüssigkeit „ 0 Blut „ 0	—		

Nach dem Ergebnis der Versuche waren die Spirochaeten auch nach 4tägigem Aufenthalt in gefrorenem Zustande im Frigo noch nicht abgetötet, alle Spirochaeten waren zwar unmittelbar nach dem Auftauen unbeweglich und ließen zum Teil Zerfallserscheinungen erkennen. Nach Übertragung in höhere Temperaturen zeigte sich aber dann bei einem Teil der Spirochaeten doch wieder eine gewisse Beweglichkeit. Wie sich aus den Tierimpfungen ergab, waren die Spirochaeten nach 4 Tagen noch infektionsfähig, nach 1—2tägigem Aufenthalt im Frigo vermochten sie sogar die Meerschweinchen noch zu töten. Eine Virulenzabnahme war aber insofern zu erkennen, als der Krankheitsverlauf sichtlich verzögert war. Nach 3—4tägigem Aufenthalt im Frigo hatte die Virulenz der Spirochaeten eine solche Abnahme erfahren, daß sie Meerschweinchen zwar noch zu infizieren, aber nicht mehr zu töten vermochten.

Schließlich seien hier noch einige Versuche angeführt, bei denen wir den Einfluß verschiedener chemischer Mittel auf die Spirochaeten geprüft haben. Wir sind dabei in der Weise vorgegangen, daß wir jeweils 0,25 ccm einer in guter Entwicklung befindlichen Spirochaetenkultur mit dem gleichen Volumen einer Lösung der betreffenden Mittel versetzten und dann unmittelbar, sowie nach $1^1/_2$, 5, 10, 30 und 60 Minuten das Verhalten der Spirochaeten in den Gemischen im Dunkelfeld untersuchten.

Tabelle XVI.

Angabe des Mittels	Ergebnis der Prüfung					
	sofort nach der Mischung	nach $1^1/_2$ Minuten	nach 5 Minuten	nach 10 Minuten	nach 30 Minuten	nach 60 Minuten
Taurocholsaures Natrium 10 %	Die Spirochaeten unbeweglich. Einzelne lassen die Spiralwindungen deutlich erkennen. Die meisten zeigen schon Auflösungserscheinungen	Meist nur noch feine zarte Fäden. Manche mit anhaftenden Körnchen	Nur noch wenige Fäden erkennbar, die zu kleinen körnchenartigen Gebilden verknäueln	Nur noch Körnchen, die nicht mehr als Überreste von Spirochaeten erkennbar	Wie nach 10 Minuten	
Sapotoxin 10 %	Keine nennenswerte Einwirkung	—	Einzelne Spirochaeten starr. Deutliches Hervortreten der Spirochaeten, viele noch beweglich	Die meisten Spirochaeten starr, keine auffallende Formveränderung	Wie nach 10 Minuten	
Arsenige Säure 1 %	Die meisten Spirochaeten noch beweglich. Einzelne starr. Keine Formveränderung	Die Mehrzahl der Spirochaeten starr, in der Form unverändert. Einzelne noch beweglich	Wie nach $1^1/_2$ Minuten		Fast alle Spirochaeten starr, einzelne Spirochaeten zeigen noch etwas Bewegung	—
Salvarsannatrium 10 %	—	Fast alle starr. Einzelne Spirochaeten noch beweglich. Form unverändert	—	Alle Spirochaeten starr, Form unverändert	Wie nach 10 Minuten	
Seife $^1/_{10}$ %	Noch lebhaft bewegliche Spirochaeten	Noch bewegliche Spirochaeten. Einzelne tot	Einzelne Spirochaeten zeigen Auflösungserscheinungen	—	Viele Spirochaeten zeigen Auflösungserscheinungen. Einzelne sind noch beweglich	Fast alle Spirochaeten tot, nur selten zeigt eine oder die andere schwache Beweglichkeit
Seife $^1/_2$ %	—	Die meisten Spirochaeten zeigen Auflösungserscheinungen	Alle Spirochaeten aufgelöst	Wie nach 5 Minuten		—
Seife 2 % in Leitungswasser	Nur ganz vereinzelte in ihrer Form erhaltene Spirochaeten, alle unbeweglich, sehr dünn, zart.	—	Nur Körnchenhaufen und einzelne kurze blasse Trümmerstücke sichtbar	Nur noch Körnchen und Körnchenhaufen zu finden	Alles aufgelöst	—
Seife (med. Pulverform) 5 % in Leitungswasser	Nur noch vereinzelte Spirochaeten als unbewegliche schattenhafte Fäden zu erkennen	—	Nur ein spirochaetenartiger Faden. Viele Körnchen	Nur zahlreiche tanzende Körnchen	Wie nach 10 Minuten	—

Tabelle XVI. (Fortsetzung.)

Angabe des Mittels	Ergebnis der Prüfung					
	sofort nach der Mischung	nach $1^1/_2$ Minuten	nach 5 Minuten	nach 10 Minuten	nach 30 Minuten	nach 60 Minuten
Kresolseifenlösung 1%	—	Alle Spirochaeten dünn, blaß, zart, unbeweglich. Viele schon im Zerfall	Starker körniger Zerfall der Spirochaeten	Wie nach 5 Minuten		—
Ammoniak 1%	—	Fast alle Spirochaeten unbeweglich starr, etwas gequollen	Alle Spirochaeten starr, unbeweglich	Alle Spirochaeten tot. Einzelne in der Form noch erhalten	Wie nach 10 Minuten	—
Natronlauge $^1/_{10}$ normal	—	Alle Spirochaeten aufgelöst. Nur Körnchen sichtbar	Wie nach $1^1/_2$ Minuten			—
Salzsäure $^1/_{10}$ normal	—	Alle Spirochaeten starr, etwas gequollen	Alle Spirochaeten tot. Form gut erhalten	—	—	—
Milchsäure 1%	—	Alle Spirochaeten starr, stark lichtbrechend	—	Alle unbeweglich. Ringelung nicht mehr deutlich. Die gestreckt erscheinenden Spirochaeten stark lichtbrechend	Wie nach 10 Minuten	—
Lugolsche Lösung 1 : 10	Alle Spirochaeten unbeweglich. Form gut erhalten	Alle Spirochaeten unbeweglich. Form erhalten	Wie nach $1^1/_2$ Minuten			
Sublimat 1‰ in Leitungswasser	Alle Spirochaeten erscheinen auffallend weiß, sehr deutlich geringelt (Gerinnungserscheinung) und vollkommen starr	—	Derselbe Befund	Befund unverändert		
Alkohol 10% mit Leitungswasser	Die meisten Spirochaeten noch ganz gut beweglich, sogar etwas lebhafter als in der Kontrolle	n. 5 Minuten Spirochaeten noch immer recht gut beweglich. Einige erschienen etwas stärker lichtbrechend, die Mehrzahl aber ist ganz normal	n. 10 Minuten Befund noch immer unverändert. Gute Beweglichkeit	n. 20 Minuten Jetzt beginnende Degeneration. Die meisten Spirochaeten sind stärker lichtbrechend und deutlich geringelt, einige aber auch mehr gestreckt u. fadenförmig	Spirochaeten jetzt in der Mehrzahl starr. Die Zahl der Keime ist vermindert, es zeigen sich auch einzelne Knäuel	Keine Bewegung mehr. Viele Spirochaeten in der Form noch gut erhalten

Tabelle XVI. (Fortsetzung.)

Angabe des Mittels	Ergebnis der Prüfung					
	sofort nach der Mischung	nach $1^1/_2$ Minuten	nach 5 Minuten	nach 10 Minuten	nach 30 Minuten	nach 60 Minuten
Alkohol 2% mit Leitungswasser	Befund vom normalen nicht verschieden	n. 5 Minuten Ebenso	n. 10 Minuten Die meisten Keime noch völlig normal beweglich und und von normalem Aussehen	n. 20 Minuten Einzelne Keime erscheinen jetzt starr, stärker lichtbrechend und deutlicher geringelt als normale. Sehr viele Keime aber zeigen noch gute Beweglichkeit	Befund wie bei 20 Minuten	Fast alle Keime erscheinen jetzt starr. Nur noch wenige zeigten Reste von Beweglichkeit. Aussehen kaum verändert
Formaldehyd 1%	—	Alle Spirochaeten tot, Form erhalten	—	Wie nach $1^1/_2$ Minuten		
Glyzerin 25%	—	Spirochaeten noch gut beweglich	Wie nach $1^1/_2$ Minuten	Beweglichkeit noch vorhanden. Bei den meisten auch die Form, abgesehen von geringer Verdickung gut erhalten	Deutliche Schädigung. Die meisten Spirochaeten unbeweglich, etwas gequollen, manche auch stärker lichtbrechend	Alle Spirochaeten unbeweglich. Manche gequollen. Einzelne Trümmerstücke

Nach dem Ergebnis dieser Versuche zeigen die Spirochaeten bei der Behandlung mit taurocholsaurem Natrium dasselbe Verhalten wie dies für Hühner-, für Syphilis- und Rekurrenzspirochaeten von Neufeld und von Prowazek (14) zuerst festgestellt worden war. Schon in den unmittelbar nach der Mischung mit der 10%igen Lösung von taurocholsaurem Natrium im Dunkelfeld beobachteten Präparaten hat die Beweglichkeit fast aller Spirochaeten aufgehört. Die Spiralwinduugen traten bei den meisten Spirochaeten zunächst besonders deutlich hervor, einzelne Exemplare zeigten aber bereits Auflösungserscheinungen, wobei die Spiralwindungen verschwanden und die Spirochaeten nur als zarte fadenartige Gebilde sichtbar blieben. Die Endknöpfe waren meist noch erhalten. Nach $1^1/_2$ Minuten waren schon alle Spirochaeten in Auflösung nur noch als dünne Fäden häufig von zahlreichen, angelagerten Körnchen umgeben zu erkennen. Während der Beobachtung schrumpften die feinen Fäden dann schließlich in sehr kleine körnchenartige Knäuel zusammen. Bei der dritten Entnahme waren nur noch solche Gebilde und außerordentlich zahlreiche, ganz kleine Körnchen sichtbar. In den mit Sapotoxin versetzten Röhrchen machte sich zunächst keine Beeinflussung der Spirochaeten geltend. Auch nach 5 Minuten waren noch viele Spirochaeten gut beweglich. Einzelne Spirochaeten waren starr, unbeweglich und ließen die Spiralwindungen wieder besonders scharf und deutlich erkennen. Bei der späteren Entnahme zeigten

fast alle Spirochaeten ein solches Aussehen. Eine Auflösung der Spirochaeten war aber auch dann nicht eingetreten.

In den Röhrchen mit 10%igem Salvarsannatrium waren bereits nach $1^1/_2$ Minuten die meisten, nach 10 Minuten alle Spirochaeten starr und unbeweglich, während unter der Einwirkung von arseniger Säure auch nach 30 Minuten noch nicht alle Spirochaeten abgetötet waren.

Sehr schnelle Abtötung der Spirochaeten wurde mit Kresolseifenlösung und durch Seife bewirkt, selbst durch eine $^1/_2$%ige Seifenlösung waren nach 5 Minuten sämtliche Spirochaeten aufgelöst. Ebenso erwiesen sich die Spirochaeten gegen die Behandlung mit Säuren und Laugen sehr empfindlich. Auch Sublimat, Formaldehyd und Lugolsche Lösung wirkten sehr schnell abtötend. Dagegen zeigten die Spirochaeten eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegen Alkohol und gegen Glyzerin.

Beobachtungen über die Virulenz der Spirochaeten.

Der bei den Versuchen benutzte Spirochaetenstamm zeigte während seiner durch Monate durchgeführten unmittelbaren Weiterimpfung von Meerschweinchen auf Meerschweinchen zunächst eine sehr beträchtliche und stets ziemlich gleichmäßige Virulenz für diese Tiere. Nach intraperitonealer Impfung starben die Meerschweinchen mit großer Regelmäßigkeit zwischen dem 5. und 8. Tage. Nur bei Verwendung sehr kleiner Impfmengen wurde in manchen Fällen eine gewisse Verzögerung des Krankheitsverlaufs beobachtet. Dagegen gelang es uns, ebenso wie Uhlenhuth und Fromme, auch bei Benutzung sehr großer massiver Impfdosen nicht, eine weitere Verkürzung und Herabsetzung der Krankheitsdauer zu erreichen. Hübener und Reiter sahen in einem Falle nach Impfung mit menschlichem Blute bei einem Meerschweinchen den Tod bereits 6 Stunden nach der Impfung eintreten. Während der ganzen Zeit hoher gleichmäßiger Virulenz der Spirochaeten haben wir bei Meerschweinchen niemals Verschiedenheiten hinsichtlich der Empfänglichkeit der einzelnen Tiere für die Infektion beobachtet. Wohl aber haben wir bei anderen Tierarten, z. B. bei Kaninchen und Hunden, wie bereits erwähnt, bei einzelnen Tieren eine solche und zwar sehr beträchtliche Verschiedenheit der Empfänglichkeit gesehen. Eine Virulenzsteigerung des Stammes diesen beiden Tierarten gegenüber ist dabei im Laufe unserer Versuche nicht eingetreten, dagegen hat sich eine deutliche Virulenzsteigerung der Spirochaeten für Mäuse bemerkbar gemacht, nachdem wir die Spirochaeten auch bei dieser Tierart längere Zeit regelmäßig in fortlaufenden Passagen von Tier zu Tier gehalten haben. Anfänglich ließ sich bei dem für Meerschweinchen pathogenen Stamm bei Mäusen ebenso wie bei Ratten nach intraperitonealer Impfung nur ein Haften der Spirochaeten im Peritoneum feststellen, wobei allerdings auch eine deutliche Vermehrung und nach einigen Tagen auch eine Invasion der Spirochaeten in die Blutbahn eintrat, ohne daß aber die Tiere zunächst irgendwelche Krankheitserscheinungen erkennen ließen. Nach einigen Passagenreihen auf Mäusen machten aber bereits einzelne der geimpften Tiere schon äußerlich einen sichtlich kranken Eindruck. Später sahen wir dann auch die Mäuse unter den deutlichen Erscheinungen eines Ikterus erkranken und schließlich die Tiere auch mit und ohne solche Erscheinungen der

Infektion erliegen. Vermutlich würde auch bei anderen Tierarten bei fortlaufender Impfung von Tier zu Tier eine solche Virulenzsteigerung eingetreten sein. Andererseits erscheint es aber sehr bemerkenswert und wohl auch in epidemiologischer Hinsicht von Bedeutung, daß die anfänglich für Ratten und auch für Mäuse wenig virulenten Spirochaeten trotz ihrer geringen Virulenz für diese Tierarten selbst nach der Infektion mit ganz geringen Mengen sich im Tierkörper nicht nur anzusiedeln und zu vermehren, sondern auch lange Zeit im Körper zu halten und selbst eine Blutinfektion zu bewirken vermochten, ohne daß in der ganzen Zeit die Tiere äußerlich erkennbare Krankheitserscheinungen zeigten. Daß ähnliche Verhältnisse auch bei den anfänglich so hoch empfänglichen Meerschweinchen vorkommen können, hat sich im späteren Verlauf unserer Versuche ebenfalls ergeben. Während die ersten von uns benutzten Kulturstämme auch nach mehrwöchiger Züchtung außerhalb des Tierkörpers zunächst eine gleich hohe Virulenz für Meerschweinchen gezeigt hatten, wie der Tier-Passagestamm und die intraperitoneal geimpften Meerschweinchen im gleichen Zeitraum wie dieser regelmäßig auch bei Impfung mit außerordentlich kleinen Reinkulturmengen (vergl. Tabelle XIII) töteten, machte sich später bei den ununterbrochen im Reagenzglase fortgezüchteten Spirochaeten doch eine zunächst nur geringe, dann aber allmählich immer stärker zunehmende Virulenzabschwächung geltend. Anfänglich vermochten zwar die Stämme die Tiere noch zu töten, aber der Krankheitsverlauf ward um mehrere Tage verzögert. Später trat der Tod nur ein, wenn zur Impfung große Kulturmengen (0,5, 1,0 ccm oder mehr) benutzt worden waren.

Weiterhin genügten dann bei einzelnen Kulturpassagestämmen auch solch beträchtliche Kulturmengen nicht mehr, um in jedem Falle den Tod der Tiere herbeizuführen. Die Tiere erkrankten zwar noch in typischer Weise, der Ikterus ging aber dann allmählich zurück und die Tiere erholten sich wieder vollständig. Schließlich sahen wir bei einem unserer Kulturpassagestämme die Pathogenität soweit zurückgehen, daß selbst nach intraperitonealer Impfung von mehreren ccm Kultur die Meerschweinchen keine äußerlich erkennbaren Krankheitserscheinungen mehr aufwiesen. Aber auch in diesen Fällen erfolgte, wie die fortlaufende mikroskopische Untersuchung ergab, keine rasche Abtötung der eingespritzten Spirochaeten in der Bauchhöhle, sondern es ließ sich auch hier trotzdem eine Ansiedlung und Vermehrung der Spirochaeten im Peritoneum bis zu 8—12 Tagen feststellen, bis dann meist plötzlich von einem bis zum anderen Tage der Nachweis nicht mehr gelang. Die Pathogenität der in ihrer Virulenz abgeschwächten Stämme war nun ebenfalls nicht allen Meerschweinchen gegenüber gleich. Es zeigten sich hier manche Tiere mehr, andere weniger empfänglich. Einzelne Tiere sahen wir nach der Impfung mit solchen Stämmen unter typischen Erscheinungen erkranken und selbst sterben, während andere mit der gleichen Menge derselben Passagenkultur geimpften Tiere die Impfung ohne merkbar hervortretende Krankheitserscheinungen überstanden. Andererseits sahen wir in einem Falle, was hier ebenfalls erwähnt sei, daß bei einem Kulturpassagenstamm, welcher in seiner Pathogenität bereits ebenfalls erheblich herabgegangen war und im allgemeinen Tiere nicht mehr zu töten vermochte, spontan ohne zwischengeschobene Tierpassage nach Überimpfung in neue Serumröhrchen vorübergehend wieder eine so erhebliche Virulenz-

steigerung eintrat, daß auf die Impfung von 0,1 ccm alle Meerschweinchen typisch erkrankten und starben. Es kann demnach bei schwach virulenten Passagekulturstämmen unter Umständen, die wir noch nicht zu übersehen vermögen, gelegentlich auch wieder eine beträchtliche Virulenzerhöhung plötzlich eintreten. Worauf diese Erscheinung beruhte, vermochten wir nicht festzustellen, anscheinend handelt es sich dabei aber nur um einzelne Ausnahmefälle, da wir sonst bei unseren nur im Reagenzglase gehaltenen Kulturstämmen regelmäßig eine allmähliche Abnahme der Pathogenität feststellen konnten. Trotzdem gelang es aber ohne Schwierigkeit, die Kulturspirochaeten mit anfänglich hoher Pathogenität unverändert auf derselben Virulenzhöhe zu erhalten, wenn regelmäßig nach 4—6 Wochen, bevor eine stärkere Abnahme der Virulenz eingetreten ist, jeweils ein oder mehrere Tierpassagen eingeschaltet wurden. Bei Stämmen, bei welchen die Pathogenität bereits tief gesunken ist, ist dagegen die Erreichung der anfänglichen Virulenz schwieriger und nur durch länger dauernde Fortpflanzung der Spirochaeten im Tierkörper wieder zu erreichen, wobei es sich bei den nicht mehr tötenden Stämmen empfiehlt, entweder eine regelmäßige Weiterimpfung von Peritoneum zu Peritoneum vorzunehmen oder, um die Weiterimpfung mit größeren Spirochaetenmengen ausführen zu können, was sich uns ebenfalls bewährt hat, jeweils eine Kulturpassage dazwischen einzuschieben.

Immunität.

a) Natürliche Immunität.

Wie erwähnt, waren die von uns bei Katzen, Hühnern und Sperlingen angestellten Infektionsversuche erfolglos, so daß möglicherweise bei diesen Tierarten eine natürliche Immunität gegen die Spirochaeten besteht. Bei Hunden sind die älteren Tiere nach unseren Beobachtungen widerstandsfähiger wie die jungen gegen die Infektion. Auch bei den Kaninchen scheint dies im allgemeinen der Fall zu sein, doch haben wir bei dieser Tierart auch unter den älteren Tieren beträchtliche individuelle Unterschiede in der Empfänglichkeit für die Infektion beobachtet. Bei Meerschweinchen haben sich bei Benutzung hochvirulenter Kulturen derartige Unterschiede nicht gezeigt, schwächer virulenten Kulturen gegenüber machten sie sich aber auch bei dieser Tierart bemerkbar. Ratten und Mäuse erwiesen sich zunächst durchweg weniger empfänglich wie Meerschweinchen, eine natürliche Immunität besteht aber auch bei ihnen nicht.

b) Erworbene Immunität; aktive Immunisierung.

Schon in ihren ersten Mitteilungen haben Hübener und Reiter ebenso wie Uhlenhuth und Fromme hervorgehoben, daß geimpfte und erkrankt gewesene Affen und Meerschweinchen, welche die Infektion überstanden hatten, sich bei einer später wiederholten Impfung als immun erwiesen. Nach den Beobachtungen von Uhlenhuth und Fromme war eine Immunität aber nur eingetreten, wenn die erste Impfung mit lebendem Material erfolgt war, während die mit totem Material vorbehandelten Tiere sich für Nachimpfungen empfänglich erwiesen und erkrankten. Die Autoren wiesen aber dabei darauf hin, daß durch eine intensivere Vorbehandlung auch mit totem Material möglicherweise doch ebenfalls Immunität erzeugt werden

Tabelle XVII.

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
Meerschweinchen 411 am 12. 4. mit 0,25 $^1/_2$ Stunde bei 60° gehaltener Kultur vorbehandelt	0,5 ccm Kultur	22. 4.	23. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 25. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 27. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit „ + 29. 4. gesund? Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 1. 5. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ + 4. 5. sehr krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ +	4. 5.	typischer Befund	Peritoneum Spir. +
Meerschweinchen 412 am 12. 4. wie 411 vorbehandelt mit 0,5 abgetöteter Kultur	0,5 ccm Kultur	22. 4.	23. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 25. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 27. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 29. 4. krank. Peritonealflüssigkeit „ + 1. 5. krank. Peritonealflüssigkeit „ + Blut „ 0 4. 5. krank. Peritonealflüssigkeit „ +? 6. 5. unverändert. Peritonealflüssigkeit „ 0 9. 5. besser. Peritonealflüssigkeit „ 0 15. 5. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0			
Meerschweinchen 416 am 12. 4. wie 411 vorbehandelt mit 3,0 abgetöteter Kultur	0,5 ccm Kultur	22. 4.	23. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 25. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 27. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 29. 4. gesund. Peritonealflüssigkeit „ ? 1. 5. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 4. 5. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 9. 5. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 15. 5. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0			
Meerschweinchen 423 nicht behandelt, Kontrolle	0,5 ccm Kultur	22. 4.	25. 4. gesund? Peritonealflüssigkeit Spir. + 27. 4. krank? Peritonealflüssigkeit „ + 29. 4. deutlich krank.	30. 4.	typischer Befund	Peritoneum Spir. +

Tabelle XVII. (Fortsetzung.)

Nr.	Impf-material	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Spirochaeten Befund
Meerschweinchen 413 am 12., 19. u. 26. 4. je mit 0,5 abgetöteter Kultur vorbehandelt	0,5 ccm Kultur	10. 5.	12. 5. gesund. 15. 5. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 17. 5. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 19. 5. unverändert. Peritonealflüssigkeit „ 0 22. 5. unverändert. Peritonealflüssigkeit „ 0 26. 5. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 30. 5. gesund.			
Meerschweinchen 414 am 12., 19. u. 26. 4. je mit 0,5, 1,0 und 3,0 abgetöteter Kultur vorbehandelt	0,5 ccm Kultur	10. 5.	12. 5. gesund. 15. 5. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 17. 5. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 19. 5. unverändert. Peritonealflüssigkeit „ 0 22. 5. unverändert. Peritonealflüssigkeit „ 0 26. 5. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 30. 5. gesund.			
Meerschweinchen 415 am 12., 19. u. 26. 4. je mit 1,0, 3,0 u. 3,0 abgetöteter Kultur vorbehandelt	0,5 ccm Kultur	10. 5.	12. 5. gesund. 15. 5. gesund. Peritonealflüssigkeit Spir. 0 17. 5. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 19. 5. unverändert. Peritonealflüssigkeit „ 0 22. 5. unverändert. Peritonealflüssigkeit „ 0 26. 5. gesund. Peritonealflüssigkeit „ 0 30. 5. gesund.			
Meerschweinchen 440 unbehandelt, Kontrolle	0,5 ccm Kultur	10. 5.	16. 5. krank. Peritonealflüssigkeit Spir. +	18. 5.		

könne. Die japanischen Autoren gaben an, daß sie durch wiederholte Impfung mit totem Kulturmaterial Meerschweinchen aktiv immunisieren konnten. Ebenso haben sie nach der Impfung von Menschen mit solchem Kulturmaterial im Blut der geimpften Personen das Auftreten von Antikörpern nachgewiesen. Auch nach unseren Versuchen läßt sich nicht nur mit lebenden und in ihrer Virulenz abgeschwächten Spirochaeten, sondern auch durch Vorbehandlung mit abgetötetem Kulturmaterial bei Meerschweinchen ein deutlich ausgesprochener Impfschutz erzielen, aber nur nach mehrmaliger Impfung oder bei Verwendung verhältnismäßig großer Kulturmengen (s. Tabelle XVII, S. 102 und 103).

Wie aus den angeführten Versuchen ersichtlich ist, erwiesen sich die wiederholt und mit großen Dosen abgetöteter Kultur geimpften Meerschweinchen selbst gegenüber der Nachimpfung mit einer größeren Menge lebender Kultur vollkommen immun, während die mit kleinen Dosen abgetöteter Kultur vorbehandelten Tiere erkrankten. Immerhin ist auch bei einigen dieser Tiere insofern ein gewisser Impfschutz zu erkennen, als die Erkrankung nicht tödlich verlief und einen deutlich verzögerten Verlauf nahm. Über die Dauer des mit abgetötetem Material erzeugten Impfschutzes haben wir systematische Untersuchungen nicht angestellt. Wir verfügen aber über Beobachtungen, wonach sich in zwei Fällen Meerschweinchen, welche mit 0,5 ccm bei 60° abgetöteter Spirochaetenkultur vorbehandelt waren, bei der erst nach 3 Monaten erfolgten intraperitonealen Infektion mit 0,3 ccm virulenter Kultur noch als geschützt erwiesen.

Die Dauer des bei Simultanimpfung mit lebendem Material erzeugten Impfschutzes ist offenbar recht beträchtlich. Wir konnten wiederholt beobachten, daß Meerschweinchen, welche nach der Simultanimpfung mit hochvirulenter Kultur und Immunserum bei Serumprüfungen überlebt hatten, nach 6, 8 und in einem Falle noch selbst nach 10 Monaten gegen intraperitoneale Nachimpfung von Kulturdosen bis zu 0,5 ccm vollen Impfschutz besaßen.

Passive Immunität.

Uhlenhuth und Fromme, Hübener und Reiter, sowie Inada und seine Mitarbeiter haben übereinstimmend nachgewiesen, daß das Serum von Menschen, welche die Weilsche Krankheit überstanden haben, hochwertige Schutzstoffe enthält, die eine spezifische Wirkung auf die Spirochaeten ausüben und experimentell infizierte Meerschweinchen vor der Erkrankung zu schützen und unter Umständen auch zu heilen vermögen. Auch von Kaninchen, Hammeln, Eseln und Pferden, welche mit spirochaetenhaltigem Material vorbehandelt waren, konnten die genannten Autoren Sera gewinnen, welche hochwertige Schutzstoffe enthielten. Nachdem Ungermann hier die künstliche Kultivierung der Spirochaeten im Reagenzglase gelungen war, wurde von uns auch mit solchen Serumkulturen die Herstellung hochwertiger Immunseren durch Vorbehandlung von Kaninchen und Meerschweinchen aufgenommen. Die Kaninchen ertrugen dabei die intravenöse Zufuhr selbst großer Mengen hochvirulenter Kultur im allgemeinen recht gut und es gelang auch, auf diese Weise Sera zu gewinnen, welchen eine sehr erhebliche schützende und heilende Wirkung zukam. Zunächst haben wir zur Immunisierung der Kaninchen hochvirulente Kulturen verwendet, die unmittelbar aus den Tieren gezüchtet waren oder nur während weniger Passagen im Reagenzglas in Serumkulturen fortgezüchtet waren. Später haben wir auch mit lebenden avirulenten, sowie mit abgetöteten Kulturen Kaninchen behandelt. Bei diesem Vorgehen haben wir zwar ebenfalls wirksame, aber doch nicht so hochwertige Sera erhalten wie bei der Immunisierung mit hochvirulenten lebenden Kulturen. Zur Immunisierung von Meerschweinchen mit virulenten Kulturen war es notwendig, den Tieren zunächst durch eine einmalige intraperitoneale Vorbehandlung mit Kultur und Immunserum eine gewisse Grundimmunität zu verleihen. Wir haben deshalb haupt-

sächlich solche Meerschweinchen zur weiteren Behandlung verwendet, welche in den vorgenommenen Serum-Prüfungs- und Auswertungsversuchsreihen nach Simultanimpfung mit Kultur und Immunserum überlebt hatten.

Als Beispiele seien nachstehend die Protokolle über die Immunisierung von 2 Kaninchen angeführt, von denen das eine mit für Meerschweinchen hochvirulenter lebender Kultur, das andere mit einer für Meerschweinchen fast völlig avirulenten Kultur behandelt worden war, sowie ein Protokoll über die Immunisierung eines Meerschweinchens, bei welchem die erforderliche Grundimmunität zunächst durch Simultanimpfung von 0,2 Kultur + 0,001 Kaninchenimmunserum erzeugt worden war.

Tabelle XVIII.

Immunisierung mit		
hochvirulenter Kultur Kaninchen 461	avirulenter Kultur Kaninchen 470	virulenter Kultur Meerschweinchen 499
15. 3. 1916 0,5 ccm Kaninchenserumkultur i. v.	31. 3. 1917 2,0 ccm Kaninchenserumkultur i. v.	Grundimmunität 0,2 ccm Kultur + 0,001 ccm Kan.-Im.-Ser. i. p.
23. 3. 1916 2,0 ccm Kaninchenserumkultur i. v.	7. 4. 1917 5,0 ccm Kaninchenserumkultur i. v.	31. 3. 1916 0,5 ccm Meerschw.-Serumkultur i. p.
31. 3. 1916 4,0 ccm Kaninchenserumkultur i. v.	20. 4. 1917 10,0 ccm Kaninchenserumkultur i. v.	13. 4. 1916 1,0 ccm Meerschw.-Serumkultur i. p.
18. 4. 1916 8,0 ccm Kaninchenserumkultur i. v.	28. 4. 1917 15,0 ccm Kaninchenserumkultur i. v.	20. 4. 1916 2,0 ccm Meerschw.-Serumkultur i. p.
28. 4. 1916 15,0 ccm Kaninchenserumkultur i. v.	10. 5. 1917 entblutet	28. 4. 1916 3,0 ccm Meerschw.-Serumkultur i. p.
10. 5. 1916 entblutet		7. 5. 1916 5,0 ccm Meerschw.-Serumkultur i. p.
		14. 5. 1916 7,0 ccm Meerschw.-Serumkultur i. p.
		28. 5. 1916 entblutet

In einzelnen Fällen haben wir Kaninchen auch mit nur ganz kleinen Kulturmengen zu immunisieren versucht und erhielten dabei ebenfalls Sera, welche eine gewisse Schutzwirkung ausübten. Ihre Schutzwerte entsprachen aber doch nicht denen unserer anderen Sera, welche wir, wie vorstehend angegeben, durch Behandlung mit größeren Kulturmengen gewonnen hatten. Anscheinend ist danach außer der Benutzung hochvirulenter Kulturen für die Gewinnung gut wirksamer Sera auch die Anwendung größerer Kulturdosen von Bedeutung.

Die Wertbestimmung ihrer Sera haben Uhlenhuth und Fromme in der Weise vorgenommen, daß sie

1. zunächst den Schutzwert der Seren feststellten, indem sie fallende je um das 10fache verdünnte Serummengen mit je 1 ccm Virusblut (oder auch fein verteilter Leberaufschwemmung) mischten und die Gemische nach einstündigem Stehen Meerschweinchen intraperitoneal einspritzten. Die kleinste noch schützende Serumdosis gibt dabei den Schutzwert des Serums gegenüber dem jeweils benutzten Spirochaetenmaterial an. Da aber bei Verwendung von spirochaetenhaltigem Blut oder Lebersaft sowohl die Menge der Spirochaeten

wie ihre Virulenz in den einzelnen Fällen großen Schwankungen unterliegen kann, so wird von ihnen außerdem in jedem Prüfungsversuch

2. jeweils die kleinste tötende Dosis des verwendeten Spirochaetenmaterials in einer besonderen Versuchsreihe durch intraperitoneale Impfung von Meerschweinchen mit fallenden je um das 10fache verdünnten Mengen des betreffenden Materials festgestellt. Durch Multiplikation der beiden die kleinste tödliche Dosis und den Schutzwert des Serums angebenden Ziffern stellen sie die Serummenge fest, welche nach dieser Berechnung gegen die kleinste tödliche Dosis schützen würde. Beträgt z. B. die kleinste tödliche Dosis 0,001 ccm, der erhaltene Schutzwert des Serums 0,0001 ccm, so errechnen sie durch Multiplikation dieser Ziffern als diejenige Serumgabe, welche noch gegen die kleinste tödliche Dosis schützen würde, eine Serummenge von 0,0000001 ccm. Ein solches Serum enthält nach ihrer Bezeichnung 10 Millionen Immunitätseinheiten im Kubikzentimeter. Sie fordern für die Serumbehandlung beim Menschen die Verwendung von Immunserum mit solchem Titer.

Bei unseren Versuchen hat sich für die Prüfung der Sera zweckmäßiger wie die Benutzung von spirochaetenhaltigem Blut oder Organsäften die Verwendung von hochvirulenten Serumkulturen erwiesen, da sie bei regelmäßiger Einfügung von Tierpassagen in der oben angegebenen Weise hinsichtlich ihrer Virulenz für Meerschweinchen auf ziemlich konstanter Höhe gehalten werden können und bei den Prüfungsversuchen selbst eine gleichmäßige und regelmäßige Dosierung gestatten. Für erforderlich halten wir dabei aber die Benutzung so hochvirulenter Kulturen, daß sie bei intraperitonealer Impfung Meerschweinchen mindestens in der Menge von 0,0001 ccm innerhalb von 6—8 Tagen töten.

Die Auswertung unserer Sera hatten wir zunächst ähnlich der von Neufeld und Händel (15) für die Pneumokokkensera benutzten Prüfungsmethode vorgenommen, indem wir in den Versuchsreihen Meerschweinchen eine bestimmte Serumdosis (meist 0,1 ccm) intraperitoneal und zwei Stunden später steigende Mengen von Spirochaetenkultur bis 1,0 ccm ebenfalls intraperitoneal gaben. Später haben wir die Prüfungsreihen in der Weise angelegt, daß die Tiere abgestufte Serummengen intraperitoneal erhielten und nach zwei Stunden mit einer bestimmten jeweils gleich großen Kulturmenge nachbehandelt wurden. In der Folge haben wir dann ausschließlich die letztere Methode angewandt, da sie feinere Ausschläge bei den einzelnen Seris erkennen ließ und bei Benutzung eines Standardserums gut vergleichbare, zuverlässige und regelmäßige Ergebnisse lieferte. Als Standardserum benutzten wir ein Kaninchenimmunserum, welches bei intraperitonealer Einspritzung von Serum und Kultur mit 0,00001 ccm sicheren Impfschutz gewährte gegen 0,2 ccm einer Kultur mit einer Mindestvirulenz von 0,0001 ccm. Nachstehend sei als Beispiel ein Protokoll angeführt, aus welchem die Wirkungsweise zweier Kaninchensera bei ihrer Prüfung in der angegebenen Weise ersichtlich ist. Die benutzte Kultur tötete bei diesem Versuch selbst mit 0,00001 ccm innerhalb 8 Tagen.

Tabelle XIX. Auswertungsversuch.

Die Serumdosen wurden den Meerschweinchen intraperitoneal, die Kulturdosen 2 Stunden später ebenfalls intraperitoneal injiziert.

Nr.	Serumdosis Standardser., Kaninchen 440 ccm	Kulturdosis ccm	Ergebnis	Nr.	Serumdosis Kan.-Im.-Ser. 441 ccm	Kulturdosis ccm	Ergebnis
1	0,001	0,2	lebt	8	0,001	0,2	lebt
2	0,0003	0,2	lebt	9	0,0003	0,2	lebt
3	0,0001	0,2	lebt	10	0,0001	0,2	lebt
4	0,00003	0,2	lebt	11	0,00003	0,2	† am 12. Tag
5	0,00001	0,2	lebt	12	0,00001	0,2	† am 9. Tag
6	0,000003	0,2	† am 14. Tag	13	0,000003	0,2	† am 7. Tag
7	0,000001	0,2	† am 8. Tag	14	0,000001	0,2	† am 7. Tag

Kontrollen für die Virulenz der Kultur.

Nr.	Normalserum ccm	Kulturdosis ccm	Ergebnis
15	0,1	0,001	† am 7. Tag
16	0,1	0,0001	† am 7. Tag
17	0,1	0,00001	† am 8. Tag
18	0,1	0,000001	† am 12. Tag

Ebenfalls gut vergleichbare Resultate haben wir bei dieser Prüfungsweise übrigens auch erhalten, wenn die Serumdosen subcutan und die Kulturdosis später intraperitoneal gegeben wurden.

Hinsichtlich der Dauer des passiven Serumschutzes verfügen wir über eine Beobachtung, wonach derselbe mindestens vier Wochen anhält. Von 4 Meerschweinchen, welche am 12. Mai mit je 0,1 ccm Immunserum vom Kaninchen 461 subcutan behandelt worden waren, wurde je eines der Tiere am 16. und 26. Mai sowie am 4. und 10. Juni mit 0,2 ccm Kultur intraperitoneal nachgeimpft. Alle Tiere, auch die zuletzt nachgeimpften, erwiesen sich noch geschützt und erkrankten nicht. Uhlenhuth und Fromme sahen bei einem Versuche mit Rekonvaleszentenserum eine Dauer des Impfschutzes bis zu 6 Tagen, die am 11. Tage nachgeimpften Tiere erkrankten. Die Länge der Dauer des passiven Impfschutzes ist offenbar von der Hochwertigkeit des Serums abhängig.

Was nun die Wirkungsweise der Immun- und Rekonvaleszentenseren anlangt, so geben Uhlenhuth und Fromme auf Grund ihrer Beobachtungen an, daß durch sie die Spirochaeten — wahrscheinlich durch Auflösung — zum Verschwinden gebracht wurden.

Auch nach unseren Untersuchungen beruht die Wirkung der Immunseren hauptsächlich auf Antikörpern, welche man als Lysine bezeichnen muß, da sie die

Spirochaeten, nachdem sie sie zunächst unbeweglich gemacht und abgetötet haben, zur völligen Auflösung bringen. Man kann diese Wirkung im mikroskopischen Präparat im Dunkelfeld sowohl nach Art des Pfeifferschen Versuches sowie auch bei Mischung von Immunserum und Kulturspirochaeten unmittelbar beobachten. Werden von zwei infizierten Meerschweinchen, deren Peritonealexsudat reichlich Spirochaeten enthält, dem einen Immunserum, dem andern Normalserum in die Bauchhöhle eingespritzt und in kurzen Abständen mit Capillaren Peritonealflüssigkeit zur Untersuchung im Dunkelfeld entnommen, so zeigen bei dem mit Normalserum behandelten Tier die Spirochaeten keinerlei Beeinflussung, während bei dem mit Immunserum gespritzten Meerschweinchen schon bei der nach wenigen Minuten entnommenen Probe keine Spirochaeten mehr nachzuweisen sind. — Ebenso sieht man nach Mischung eines Tropfens einer in guter Entwicklung befindlichen Spirochaetenkultur mit einem Tropfen aktiven Immunserums beim Betrachten der Präparate im Dunkelfeld, daß unter der Einwirkung des Immunserums die Spirochaeten sofort unbeweglich werden. In diesem Stadium treten anfänglich die Spiralwindungen zunächst wieder ebenfalls besonders scharf hervor, bei sehr hochwertigen Seris machen sich aber auch schon innerhalb der ersten Minute die bereits beschriebenen Auflösungserscheinungen bemerkbar und nach 15 bis 20 Minuten sind fast alle Spirochaeten vollkommen zur Auflösung gekommen. Auch bei Zusetzung und Mischung eines Tropfens aktiven Normalserums mit einem Tropfen Spirochaetenkultur, macht sich eine sichtliche Beeinflussung und teilweise ein Zerfall der Spirochaeten unter Auflösungserscheinungen bemerkbar, obwohl ein solches Normalserum — wie erwähnt — im Meerschweinchenperitoneum eine schädigende Einwirkung auf die Spirochaeten nicht erkennen läßt. Beim Normalserum verlaufen aber diese Erscheinungen viel schwächer und auch zeitlich viel langsamer, so daß der Unterschied in der Wirkung des Immun- und des Normalserums doch deutlich hervortritt. Inaktives Normalserum zeigt bei in gleicher Weise angestellten Versuchen keinerlei Wirkung auf die Spirochaeten. Dagegen übt auf sie auch inaktives Immunserum einen deutlichen Einfluß aus. Auch unter der Einwirkung des inaktiven Immunserums werden die Spirochaeten bald unbeweglich und zeigen zum Teil auch Auflösungserscheinungen. Die Abtötung dürfte hier ebenfalls als auf spezifischen Vorgängen beruhend anzusehen sein, während uns dies hinsichtlich der Auflösungserscheinungen fraglich erscheint, da sie nur einen Teil der Spirochaeten betreffen und es sich dabei um unspezifische Erscheinungen bei toten Spirochaeten handeln kann. Jedenfalls besteht aber auch hier insofern ein deutlicher Unterschied zwischen dem inaktiven und dem aktiven Immunserum, als die Wirkung des letzteren viel schneller eintritt und viel stärker ausgesprochen ist; auch hört die Beeinflussung bei Verdünnung des inaktiven Immunserums bald auf, während die Wirkung des aktivem Immunserums sich noch bis zu Verdünnungen 1 : 20 deutlich bemerkbar macht.

Neben der lytischen kommt nach unseren Beobachtungen manchen aber nicht allen Immunseris auch eine agglutinierende Wirkung auf die Spirochaeten zu, die ebenfalls bei den aktiven Seris stärker ausgesprochen erscheint als bei demselben Serum in inaktiviertem Zustande.

Bei menschlichen Erkrankungen wird das etwaige Auftreten solcher lytischen und agglutinierenden Antikörper im Serum unter Umständen für diagnostische Zwecke verwertet werden können[1]).

Da wir in den untersuchten Organschnittpräparaten häufig eine sehr starke Phagocytose beobachtet haben, ist anzunehmen, daß die Immunsera auch phagocytosebefördernde Antikörper enthalten. Unsere Untersuchungen, diese Stoffe auch in Reagenzglasversuchen nachzuweisen, haben mit den von uns bisher benutzten Färbeverfahren noch keine genügend klaren Ergebnisse geliefert. Diese Versuche, sowie Untersuchungen über eine etwaige toxische Wirkung der zur Auflösung gekommenen Spirochaeten und die Möglichkeit ihrer Beeinflussung durch Immunserum werden von uns noch weitergeführt.

Wir halten nach diesen Richtungen namentlich in letzterer Hinsicht noch weitere Aufklärung für besonders wichtig, da wir sowohl bei einigen mit Immunserum behandelten wie bei unbehandelten auf der Höhe der Krankheit plötzlich verstorbenen Tieren verschiedentlich weder mikroskopisch im Peritoneum noch durch Blut- und Organuntersuchungen Spirochaeten nachweisen konnten, so daß möglicherweise in diesen Fällen der Tod durch eine Giftwirkung herbeigeführt wurde, welche vielleicht durch das plötzliche Zugrundegehen und den massenhaften Zerfall der Spirochaeten bedingt war. Auch dürfte wohl auf dieselbe Ursache der Tod von einigen Meerschweinchen zurückzuführen sein, die nach der intraperitonealen Einverleibung großer Mengen (10 ccm) völlig avirulenter Kulturen in 2 bis 3 Tagen mit Blutungen ins subcutane Bindegewebe, ins Peritoneum in der Leber und Lunge eingingen, ohne daß sich bei der Sektion auch nur eine Spirochaete fand.

Die Versuche, im Immunserum und in den Seris erkrankter Tiere komplementbindende Stoffe nachzuweisen, war sowohl bei Benutzen von Organextrakten wie von Spirochaetenkultur als Antigen bisher erfolglos.

Außer der Schutzwirkung kommt den mit Kulturmaterial gewonnenen hochwertigen Immunseris auch eine in experimentellen Tierversuchen nachweisbare, recht beträchtliche Heilwirkung zu. Einige Protokolle der von uns ausgeführten Heilversuche sind, soweit sie vom 5. Krankheitstage an behandelte Tiere betreffen, in nachstehender Tabelle (S. 110 u. 111) wiedergegeben. Die am 3. und 4. Krankheitstage mit hochwertigem Serum behandelten Tiere sind alle geheilt worden. Von der ausführlicheren Wiedergabe solcher Protokolle haben wir deshalb abgesehen.

Wie aus den angeführten Versuchen ersichtlich ist, konnten durch die Serumbehandlung mit einem hochwertigen Immunserum die bereits schwerkranken Tiere selbst noch am 5. and 6. Tage nach der Infektion sämtlich geheilt und gerettet werden, während das weniger hochwertige Serum von Kaninchen Nr. 441 am 6. Krankheitstage nicht mehr bei allen Tieren den tödlichen Ausgang zu hindern vermochte. Am 7. und 8. Tage gelang dies auch mit dem hochwertigen Kaninchenimmunserum 440 nicht mehr in allen Fällen, selbst nicht bei Benutzung verhältnismäßig großer Serum-

[1]) Eine solche diagnostische Verwertung ist auch bereits von Dietrich (a. a. O.) für die lytischen und von Jacobsthal (Münch. med. Wochenschr. 1917, Nr. 3) für die agglomerierenden Antikörper empfohlen worden.



Tabelle XX.

Meerschweinchen Nr.	Tag der Impfung	Menge der Kultur	Verlauf	Tag der Behandlung	Menge des Serums	Verlauf
530	11. 4.	0,01 ccm i. p.	13. 4. Perit. Spir. + 14. 4. Perit. Spir. +	15. 4. (5. Tag)	Kan.-Ser. 440 1,0 ccm sc.	16. 4. Perit. Spir. 0 17. 4. gesund, Perit. Spir. 0 20. 4. gesund, bleibt dauernd gesund, geheilt.
531	11. 4.	0,01 ccm i. p.	13. 4. Perit. Spir. + 14. 4. Perit. Spir. +	15. 4. (5. Tag)	Kan.-Ser. 440 0,3 ccm sc.	16. 4. Perit. Spir. 0 17. 4. gesund, Perit. Spir. 0 20. 4. gesund, bleibt dauernd gesund, geheilt.
532	11. 4.	0,01 ccm i. p.	13. 4. Perit. Spir. + 14. 4. Perit. Spir. +	15. 4. (5. Tag)	Kan.-Ser. 440 0,1 ccm sc.	16. 4. Perit. Spir. ? 17. 4. gesund, Perit. Spir. 0 20. 4. gesund, bleibt dauernd gesund, geheilt.
533 Kontrolle zu 530 u. 531	11. 4.	0,01 ccm i. p.	13. 4. Perit. Spir. + 14. 4. Perit. Spir. + 16. 4. krank, Perit. Spir. + Blut Spir.? 17. 4. deutlich krank, 18. 4. gelb, schwerkrank, 18. 4. †			
367	27. 4.	0,001 ccm i. p.	30. 4. Perit. Spir. + 1. 5. krank Perit. Spir. +	2. 5. (6. Tag)	Kan.-Ser. 440 0,5 ccm sc.	3. 5. unverändert, Perit. Spir. 0 4. 5. besser, Perit. Spir. 0 6. 5. gesund, Perit. Spir. 0 10. 5. gesund, bleibt dauernd gesund, geheilt.
368	27. 4.	0,001 ccm i. p.	30. 4. Perit. Spir. + 1. 5. krank Perit. Spir. +	2. 5. (6. Tag)	Kan.-Ser. 440 0,3 ccm sc.	3. 5. unverändert, Perit. Spir. 0 4. 5. besser, Perit. Spir. 0 6. 5. gesund, Perit. Spir. 0 10. 5. gesund, bleibt dauernd gesund, geheilt.
369	27. 4.	0,001 ccm i. p.	30. 4. Perit. Spir. + 1. 5. krank Perit. Spir. +	2. 5. (6. Tag)	Kan.-Ser. 440 0,1 ccm sc.	3. 5. unverändert, Perit. Spir. 0 4. 5. besser, Perit. Spir. 0 6. 5. gesund, Perit. Spir. 0 10. 5. gesund, bleibt dauernd gesund, geheilt.
370	27. 4.	0,001 ccm i. p.	30. 4. Perit. Spir. + 1. 5. krank Perit. Spir. +	2. 5. (6. Tag)	Kan.-Ser. 440 0,05 ccm sc.	3. 5. Perit. Spir. 0 4. 5. noch krank, Perit. Spir. 0 10. 5. gesund, bleibt dauernd gesund, geheilt.

Tabelle XX. (Fortsetzung.)

Meerschweinchen Nr.	Tag der Impfung	Menge der Kultur	Verlauf	Tag der Behandlung	Menge des Serums	Verlauf
371	27. 4.	0,001 ccm i. p.	30. 4. Perit. Spir. + 1. 5. krank Perit. Spir. +	2. 5. (6. Tag)	Kan.-Ser. 441 0,5 ccm sc.	3. 5. unverändert, Perit. Spir. 4. 5. besser, Perit. Spir. 0 6. 5. gesund, Perit. Spir. 0 10. 5. gesund, bleibt dauernd gesund, geheilt.
372	27. 4.	0,001 ccm i. p.	30. 4. Perit. Spir. + 1. 5. krank Perit. Spir. +	2. 5. (6. Tag)	Kan.-Ser. 441 0,3 ccm sc.	3. 5. unverändert, Perit. Spir. ? 4. 5. deutlich krank, gelb, Spir. + 6. 5. deutlich krank, gelb, Spir. + 8. 5. †. Perit. Spir. +
373	27. 4.	0,001 ccm i. p.	30. 4. Perit. Spir. + 1. 5. krank Perit. Spir. +	2. 5. (6. Tag)	Kan.-Ser. 441 0,1 ccm sc.	3. 5. unverändert, Perit. Spir. 0 4. 5. besser, Perit. Spir. 0 6. 5. gesund, Perit. Spir. 0 10. 5. gesund, bleibt dauernd gesund, geheilt.
374	27. 4.	0,001 ccm i. p.	30. 4. Perit. Spir. + 1. 5. krank Perit. Spir. +	2. 5. (6. Tag)	Kan.-Ser. 441 0,05 ccm sc.	3. 5. unverändert, Perit. Spir. ? 4. 5. noch deutlich krank, gelb 6. 5. noch deutlich krank, gelb 7. 5. †. Perit. Spir. +
375	27. 4.	0,0001 ccm sc.	30. 4. Perit. Spir. + 1. 5. krank Perit. Spir. + 2. 5. schwer krank	3. 5. (7. Tag)	Kan.-Ser. 440 3,0 ccm sc.	4. 5. schwer krank, Perit. Spir. 0 4. 5. †. Spir. im Perit. und in den Organen nicht nachzuweisen.
376	27. 4.	0,0001 ccm sc.	30. 4. Perit. Spir. + 1. 5. krank Perit. Spir. + 2. 5. schwer krank 3. 5 gelb	4. 5. (8. Tag)	Kan.-Ser. 440 4,0 ccm sc.	5. 5. †. Spir. im Perit. und in den Organen nicht nachzuweisen.
377	27. 4.	0,0001 ccm sc.	30. 4. Perit. Spir. + 1. 5. krank Perit. Spir. + 2. 5. schwer krank 3. 5. gelb	4. 5. (8. Tag)	Kan.-Ser. 440 3,0 ccm sc.	5. 5. unverändert, Perit. Spir. 0 6. 5. unverändert, noch gelb, 7. 5. besser, Perit. Spir. 0 10. 5. munter, 12. 5. gesund, bleibt dauernd gesund, geheilt.
378	27. 4.	0,0001 ccm sc.	30. 4. Perit. Spir. + 1. 5. krank Perit. Spir. + 2. 5. schwer krank 3. 5. gelb	4. 5. (8. Tag)	Kan.-Ser. 440 0,5 ccm i. p.	5. 5. †. Spir. im Perit. und in den Organen nicht nachzuweisen.
379 Kontrolle	27. 4.	0,0001 ccm sc.	30. 4. Perit. Spir. + 1. 5. krank, 4. 5. schwer krank, Perit. } Spir. + Blut } 6. 5. †.			

gaben und auch nicht bei intraperitonealer Anwendung des Serums. Bei einzelnen Tieren hatte aber die Serumbehandlung selbst in diesem sehr weit vorgeschrittenen Krankheitsstadium noch Erfolg. Wahrscheinlich ist auch durch die Serumbehandlung bei den Meerschweinchen Nr. 372 und Nr. 374 eine Verzögerung des Todes bewirkt worden. Anderseits halten wir es nicht für ausgeschlossen, daß der rasche Tod der Meerschweinchen Nr. 375, 376 und Nr. 378 am Tage nach der Serumeinspritzung mit der vorangegangenen Serumbehandlung in Zusammenhang steht und durch eine toxische Wirkung infolge des plötzlichen Zugrundegehens großer Spirochaetenmassen mitbedingt gewesen sein kann. Wir halten einen solchen Zusammenhang deshalb für möglich, weil uns in diesen Fällen bei der Obduktion ein Nachweis der Spirochaeten nicht mehr gelang.

Im allgemeinen sind jedenfalls aber die Ergebnisse unserer Serumheilversuche bei den experimentell infizierten Meerschweinchen so außerordentlich günstig und überzeugend ausgefallen, daß danach die Anwendung der Immunserumtherapie auch bei den an einer Weilinfektion erkrankten Menschen für außerordentlich aussichtsvoll anzusehen ist. Es werden nach den bei den experimentellen Tierversuchen gemachten Erfahrungen um so bessere Ergebnisse dabei zu erwarten sein, wenn nur sorgfältig geprüfte, wirklich gut wirksame, hochwertige Sera benutzt werden und wenn das Serum im einzelnen Krankheitsfalle so früh wie möglich zur Anwendung gebracht wird.

Gegenüber diesen günstigen und aussichtsvollen Erfolgen der Serumbehandlung sind wir bei unseren Versuchen, die experimentelle Infektion der Meerschweinchen chemotherapeutisch zu beeinflussen, ebenso wie Uhlenhuth und Fromme, Hübener und Reiter bei ihren entsprechenden Versuchen, bisher noch nicht zu befriedigenden Ergebnissen gekommen. Wir sind mit der Weiterführung dieser Versuche zurzeit noch beschäftigt und werden darüber, sowie über die von uns in epidemiologischer Hinsicht angestellten experimentellen Übertragungsversuche noch besonders berichten.

Literatur.

1. Hübener und Reiter, Beiträge zur Ätiologie der Weilschen Krankheit. Deutsche med. Wochenschrift 1915, Nr. 43.
2. Uhlenhuth und Fromme, Experimentelle Untersuchungen über die sogenannte Weilsche Krankheit. Med. Klinik 1915, Nr. 44.
3. Dieselben, Weitere experimentelle Untersuchungen über die sogenannte Weilsche Krankheit. Med. Klinik 1915, Nr. 46.
   Dieselben, Nachtrag zur vorstehenden Arbeit. Med. Klinik 1915, Nr. 47.
   Dieselben, Experimentelle Grundlagen für eine spezifische Behandlung der Weilschen Krankheit. Med. Klinik 1915, Nr. 50.
   Dieselben, Zur Ätiologie der sogenannten Weilschen Krankheit. Berliner klin. Wochenschrift 1916, Nr. 16.
   Dieselben, Untersuchungen über die Ätiologie, Immunität und spezifische Behandlung der Weilschen Krankheit. Zeitschrift für Immunitätsforschung Bd. 25, Heft 4/6.
4. Hübener und Reiter, Beiträge zur Ätiologie der Weilschen Krankheit. Deutsche med. Wochenschrift 1916, Nr. 1.
   Dieselben, Beiträge zur Ätiologie der Weilschen Krankheit. Berliner klin. Wochenschrift 1916, Nr. 4.

Hübener und Reiter, Zur Ätiologie der Weilschen Krankheit. Deutsche med. Wochenschrift 1916, Nr. 5.
Dieselben, Die Ätiologie der Weilschen Krankheit. Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten 1916, Bd. 81.

5. Inada, Ido, Hoki, Kaneko und Ito, The etiology, mode of infection, and specific therapy of Weils disease. The Journal of Experimental medicine. V. 23, Nr. 3.
Ido, Hoki, Ito und Wani, The prophylaxis of Weils disease. Ebda. V. 24, Nr. 5.
6. Reiter, Weitere Mitteilungen zur Ätiologie der Weilschen Krankheit. Deutsche med. Wochenschr. 1916, Nr. 31.
Derselbe, Beiträge zur Ätiologie der Weilschen Krankheit. Deutsche med. Wochenschrift 1916, Nr. 42.
7. M. Zülzer, Über die Weilsche Spirochaete und deren Beziehungen zu verwandten Organismen. Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde. Berlin, 1917, Nr. 7.
8. Ungermann, Demonstration der Kultur des Erregers der Weilschen Krankheit. Berliner klin. Wochenschrift 1916, Nr. 15. — Hyg. Rundschau 1917, Heft 3.
Derselbe, Verhandlungen des Deutschen Kongresses für innere Medizin. Warschau, 1916.
9. Meirowski, Spirochaeta pallida und Spirochaeta nodosa. Mediz. Klinik. 1916, Nr. 45, S. 1181.
10. Fiedler, Zur Weilschen Krankheit. Deutsch. Archiv für klin. Med. 1888, Bd. 42 und Deutsch. Archiv für klin. Med. 1892, Bd. 50.
11. Schittenhelm, Über einen Fall von Weilscher Krankheit. Münch. med. Wochenschrift 1900, Nr. 28.
12. Hecker und Otto, Beiträge zur Lehre von der sogenannten Weilschen Krankheit. Veröffentl. a. d. Geb. d. Militär-Sanitätswesens. 1911. Heft 46.
13. Krumbein und Frieling, Zur Weilschen Krankheit. Deutsche med. Wochenschrift 1916, Nr. 19.
14. Neufeld und v. Prowazek, Über die Immunitätserscheinung bei der Spirochaetenseptikämie der Hühner und über die Frage der Zugehörigkeit der Spirochaeten zu den Protozoen. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 25.
15. Neufeld und Haendel, Zeitschrift für Immunitätsforschung und experimentelle Therapie 1910. Bd. III.



Züchtung der Weilschen Spirochaete, der Recurrens- und Hühnerspirochaete sowie Kulturversuche mit der Spirochaeta pallida und Trypanosomen.

Von

Regierungsrat **Dr. E. Ungermann,**
Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

Die Frage der Züchtung von Spirochaeten in künstlichen Nährböden ist im letzten Jahrzehnt des öfteren Gegenstand experimenteller Untersuchungen gewesen. Die wichtigen und mühevollen Arbeiten über dieses Problem haben gezeigt, daß die Aufgabe, Spirochaeten im Reagensglase zur Fortpflanzung zu bringen, durchaus nicht unlösbar ist. Berichte über geglückte Kulturversuche liegen gegenwärtig bereits von den meisten der im Warmblüter lebenden Spirochaetenarten vor. Aber trotzdem kann das Problem der Spirochaetenzüchtung, wenn darunter die Möglichkeit einer unbegrenzten Fortpflanzung der Keime außerhalb des Tierkörpers verstanden wird, noch bei keiner Art dieser Gruppe als endgültig gelöst bezeichnet werden. Die bisherigen Erfolge auf diesem Gebiete sind doch mehr nur Kunststücke der Technik gewesen, Ergebnisse schwieriger, viel Zeit und Material kostender Experimente, die in theoretischer Beziehung von großem Wert waren, sich aber zu praktisch nutzbaren Methoden nicht zu entwickeln vermochten. Denn die Fortpflanzung der Keime in den bis jetzt verwendeten Nährböden gelang selbst in den Händen geübter bakteriologischer Techniker nicht regelmäßig und mühelos, so daß sich keine der bisher gewonnenen Reinkulturen als dauernder und allgemeiner Besitz der Bakteriologie erwiesen hat und die Verwendung solcher Kulturen zu biologischen Experimenten nur in beschränktem Umfange versucht werden konnte.

Im folgenden soll nun eine Züchtungsmethode beschrieben werden, mittels welcher die ununterbrochene Kultivierung dreier pathogener Spirochaetenarten im Reagensglase auf einfachem Wege durch eine so große Reihe von Nährbodenpassagen gelungen ist, daß an der Möglichkeit einer beliebig lange fortgesetzten Züchtung außerhalb des Tierkörpers nicht mehr gezweifelt werden kann. Den Anlaß zur Aufnahme der Versuche, die zu diesem Ergebnisse führten, gab die Entdeckung des Erregers der Weilschen Krankheit durch Uhlenhuth, Hübener und ihre Mitarbeiter. Nachdem mir die Züchtung der Weilschen Spirochaete im Februar 1916 gelungen war, wurden die Spirochaeta gallinarum und die Rückfallfieberspirochaete dem gleichen

Kulturverfahren unterworfen. Gleichsinnige Züchtungsversuche wurden später auch mit anderen Spirochaetenarten, insbesondere mit der Spirochaeta pallida, sowie mit einigen Trypanosomenstämmen vorgenommen. Die Versuche mit der Hühner- und Recurrensspirochaete ergaben bald Kulturen von üppigem und zuverlässigem Wachstumsvermögen. Dagegen lieferten die Züchtungsexperimente mit der Syphilisspirochaete und den Trypanosomen zwar auch bemerkenswerte Resultate, haben aber zur Gewinnung dauernd fortpflanzungsfähiger Kulturen dieser Erreger bisher nicht geführt.

Wie alle Verfahren, die bis jetzt bei der Spirochaetenzüchtung Anwendung fanden, beruht auch die im Gesundheitsamte von mir benutzte Methode auf einer Modifizierung und Anpassung der anaeroben Kulturtechnik an die Bedürfnisse dieser Krankheitskeime. Daß Spirochaeten unter den Bedingungen strenger Anaerobiose im Reagensglase zu gedeihen vermögen, ist durch die wertvollen, grundlegenden Versuche von Mühlens sicher gestellt worden. Mühlens (1), (2) erhielt als erster Reinkulturen der Spirochaeta dentium und Spirochaeta pallida aus einem mit Bakterien vermischten Ausgangsmaterial durch Aussaat in Serumagar unter streng anaeroben Bedingungen und nachfolgende Abimpfung und Isolierung der darin zur Entwicklung gelangten Spirochaetenkolonien. Die Wahl dieses mühevollen Weges wurde in den Untersuchungen Mühlens' durch das Ausgangsmaterial notwendig bestimmt. Aus dem bunten Gemisch von Mikroorganismen, das in dem die Spirochaeten enthaltenden Zahnschleim und dem syphilitischen Papelsekret gegeben war, konnte nur eine mit festen Nährböden arbeitende Züchtungsmethode zum Ergebnis von Spirochaetenreinkulturen führen. Mühlens benutzte als Nährsubstrat einen Serumagar, der durch Vermischung von zwei Teilen möglichst lange durchgekochten neutralen Agars mit einem Teil während einer halben Stunde auf 58—60° erwärmten Pferdeserums hergestellt worden war. Auch menschliche Ascitesflüssigkeit und das Serum von anderen Tierarten erwiesen sich als Zusatz zum Agar geeignet. In solchen Nährböden züchtete Mühlens die Zahnspirochaete zunächst in Mischkultur mit mehreren Begleitbakterien, schließlich nur mit einer Bakterienart vergesellschaftet durch drei Generationen, erzielte weiterhin isolierte Kolonien der Spirochaete und erhielt von diesen Einzelkolonien eine Stichreinkultur, die er nach seinem letzten Bericht über diesen Gegenstand (3) in einem Zeitraum von sechs Monaten durch 16 Kulturgenerationen in Serumagar fortpflanzen konnte. Mühlens hat auch schon versucht, die Reinkultur der Zahnspirochaete aus dem festen Nährboden in Bouillon und Serumbouillon zu übertragen (4); es ist ihm aber nicht gelungen, seiner Ansicht nach wegen der Empfindlichkeit der Spirochaeten gegen die geringsten Mengen von Sauerstoff, deren Fernhaltung im flüssigen Medium schwierig gelinge. Mit konzentriertem Serum hat der Autor, soweit ersichtlich, nicht gearbeitet. Die im Gesundheitsamte erhaltenen Ergebnisse machen es wahrscheinlich, daß sich die einmal gewonnene Spirochaetenreinkultur in reinem Serum, in dem ja auch obligate Anaerobier aus dem Reiche der Bakterien trotz Sauerstoffzutrittes zu üppiger Entwicklung gelangen können, mit leichter Mühe dauernd in Kultur hätte erhalten lassen. Mühlens (5) glückte ferner mittels der gleichen Methode die Züchtung einer im Sekret bei Balanitis erosiva sich häufig findenden Spirochaete und schließlich auch die Kultur der Spirochaeta pallida. Auch diese Art läßt sich nach Mühlens' Befunden (6), wenn die Reinkultur

erst einmal gelungen ist, im hohen Stich in Pferdeserumagar unbegrenzt, jedenfalls bis zur 102. Generation bei $2^1/_2$ jähriger Dauer der Kultivierung fortpflanzen.

Zur Gewinnung der ersten Kultur der Syphilisspirochaete im Reagensglas, die, entsprechend der Benutzung von geschwürig zerfallenen Krankheitsprodukten des Menschen, notwendig eine Mischkultur sein mußte, bediente sich Mühlens der seit seinen ersten Versuchen mit der Zahnspirochaete vonSchereschewsky (7) angegebenen Züchtungsmethode in halb erstarrtem, durch Autolyse teilweise wieder verflüssigtem Pferdeserum. Diese Kulturmethode reicht natürlich zur Erzielung einer Reinkultur von Spirochaeten aus bakteriell verunreinigten Krankheitsprodukten nicht aus und ist für die Züchtung von Spirochaeten aus einem Material, das als Krankheitskeime nur Spirochaeten enthält, nach unseren Erfahrungen unnötig kompliziert. Aber um die Spirochaeta pallida im künstlichen Nährboden überhaupt zum Wachstum anzuregen, erwies sich das von Schereschewsky empfohlene Material auch Mühlens als recht gut geeignet.

Die Resultate der Züchtungsversuche Mühlens' mit Syphilisspirochaeten waren hinsichtlich der Zahl der positiven Kulturergebnisse sehr bescheiden (8). Unter tausenden von Isolierungsversuchen ist dem Autor nach seiner Angabe nur einer bis zur Gewinnung der Reinkultur geglückt. Später wurden bessere Erfolge erzielt, und Hoffmann (9) gelang es, mittels derselben Methode eine ganze Anzahl von Reinkulturen der Spirochaeta pallida zu gewinnen.

Mühlens und Hoffmann (10), (11) haben auch über die Kultivierung der Spirochaeta pallida in flüssigen Nährböden berichtet. Sie benutzten als Kultursubstrat Bouillon, welcher Serum oder Blut verschiedener Tierarten beigefügt wurden. Zur Fortpflanzung von Reinkulturen wurde dieser Nährboden aber nur ausnahmsweise verwendet, vorwiegend benutzten ihn die Autoren zur Anzüchtung der Syphilisspirochaete in Gemischen mit Bakterien, welche das Kultursubstrat nach ihrer Ansicht für das Wachstum der Spirochaete in zusagender Weise vorbereiteten, so daß unter solchen Bedingungen gelegentlich ein Wachstum der Spirochaete auch ohne Sauerstoffabschluß erfolgte. Die Beobachtung Mühlens' und anderer, daß Bakterien, und zwar gewisse Arten in besonderem Maße, das Wachstum der Spirochaeten begünstigen, steht in bemerkenswertem Gegensatze zu der im Gesundheitsamte und auch von Noguchi (12) und anderen festgestellten Tatsache, daß die Recurrens-, die Hühner- und auch die Weilsche Spirochaete in flüssigen Medien schon durch eine geringfügige bakterielle Verunreinigung im Wachstum verhindert und gehemmt, ja sogar zum schnellen Absterben gebracht wird. Vielleicht beruht dieser Unterschied auf der besonderen Anpassung der Spirochaeta pallida, dentium und balanitidis an die Symbiose mit Bakterien unter ihren natürlichen Lebensbedingungen, während die septicämischen, im sterilen Blut sich entwickelnden Spirochaeten des Huhns, des Rückfallfiebers und der Weilschen Krankheit der bakteriellen Konkurrenz auch im Reagensglas Widerstand nicht zu leisten vermögen. Bemerkenswert erscheint bei den Spirochaetenkulturen von Mühlens und von Hoffmann weiterhin die Tatsache, daß darin Teilungsstadien der Spirochaeten offenbar nur selten zu sehen waren, so daß Mühlens (13) die Beobachtung eines Teilungsbildes in der vierten Generation einer

Kultur der Balanitisspirochaete als etwas besonders Erwähnenswertes hervorhebt und sich zu der Annahme genötigt sieht, daß die Teilungen der Spirochaeten außerordentlich schnell verlaufen, so daß man nur ausnahmsweise Gelegenheit hat, den Vorgang wahrzunehmen. Indessen hat auch später Noguchi in seinen Kulturen nicht so klare Teilungsbilder gefunden, wie sie in den von mir gewonnenen Kulturen in großer Menge zu beobachten waren. Die Sichtbarkeit dieser im Dunkelfelde nur durch zarte Lichtbrechungsunterschiede sich bemerkbar machenden Vorgänge hängt natürlich von der Beschaffenheit des Kulturmediums in hohem Grade ab, und vielleicht bot in unseren Versuchen das reine Serum durch seine große Klarheit für morphologische Feststellungen besonders günstige Bedingungen. Als etwas Besonderes ist ferner bei den Reinkulturen der Spirochaeta pallida von Mühlens und Hoffmann der faulige Geruch zu erwähnen, den der Keim nach den Angaben der Autoren auch in völliger Reinkultur entwickelte. Bei den im Gesundheitsamte erhaltenen Spirochaetenreinkulturen und auch bei den Kulturen Noguchis war das nicht der Fall.

Von Wichtigkeit ist weiterhin das Verhalten der Virulenz bei den nach Mühlens' Methode gezüchteten Spirochaeten. Mühlens selbst erzielte bei Virulenzprüfungen mit seinem Stamm der Syphilisspirochaete im Tierversuch stets negative Ergebnisse. Hoffmann (15) dagegen hatte bei Verimpfung großer Mengen seiner Kulturstämme und auch der 77. Generation des Mühlensschen Pallidastammes positive Impfbefunde. Auch Noguchi (16) erzielte mit seinen Reinkulturen der Syphilisspirochaete nach Verimpfung auf Affen und in den Kaninchenhoden positive Infektionsergebnisse.

Die Züchtungsversuche Noguchis nehmen ihren Ausgang von der durch Mühlens' Experimente geschaffenen Methode. Er benutzte zur Fortpflanzung der Reinkulturen anfänglich ebenfalls Serumagar, dem er in Anlehnung an das von Tarozzi empfohlene Anaerobenzüchtungsverfahren etwas steriles, frisches Gewebe beifügte. Noguchi züchtete die Syphilisspirochaete aus dem bakteriell durchsetzten menschlichen Material zunächst ebenfalls als Mischkultur und bediente sich zur Gewinnung derselben einer besonderen Methode, die ihm später bei der Züchtung von Blutspirochaeten gute Dienste leistete. Er benutzte als Kultursubstrat eine aus einem Teile Pferde-, Kaninchen- oder Schafserum und drei Teilen destillierten Wassers zusammengesetzte Flüssigkeit, die an drei aufeinander folgenden Tagen auf 100° erhitzt, darauf mit Stückchen frisch entnommenen Gewebes vom Kaninchen, am besten von Nieren- oder Hodensubstanz, beschickt und zum Luftabschluß mit flüssigem Paraffin überschichtet wurde. Die beimpften Kulturröhrchen wurden unter den Bedingungen strengster Anaerobiose, in einer Wasserstoffatmosphäre, bei 35—37° bebrütet. In diesem Nährboden konnte Noguchi nicht nur Mischkulturen der Syphilisspirochaete gewinnen, sondern auch die durch Isolierung mittels Serumagar gewonnenen Reinkulturen der Spirochaeta pallida durch eine größere Reihe von Passagen fortpflanzen.

Noguchi (17) berichtete weiterhin über die Kultivierung mehrerer saprophytischer und parasitischer Spirochaeten mittels der gleichen Methode und schließlich ist ihm auf dem gleichen Wege auch die Gewinnung von Reinkulturen der verschiedenen Rückfallfiebererreger sowie der Spirochaeta gallinarum gelungen. Für die Züchtung

der beiden letztgenannten Erreger verwandte der Autor als Kultursubstrat Ascites- oder Hydrocelenflüssigkeit und fügte auch hierzu sterile, frische Gewebsstückchen vom Kaninchen oder, bei der Kultivierung der Hühnerspirochaete, steriles Muskel- oder Nierengewebe vom Huhn. Nicht jede Ascitesflüssigkeit erwies sich als brauchbar, insbesondere durfte sie keine Galle enthalten, und ferner mußte sie in dem Kulturröhrchen bei der Erhitzung ein feines Fibrinnetz ausscheiden. Die Züchtung der Rückfallfieber- und der Hühnerspirochaete erfordert nach Noguchis Versuchen zwar auch einen Abschluß der Kulturflüssigkeit gegen die Luft mittels einer Schicht von Paraffinöl, nicht aber die streng anaeroben Bedingungen, die sich bei der Kultivierung der Spirochaeta pallida als notwendig erwiesen. Die Kulturen Noguchis erreichten ihre größte Keimzahl bei einer Temperatur von 37° in 8—10 Tagen. Noguchi gibt an, daß sich die Spirochaeten in seinen Kulturen vornehmlich durch Längsteilung vermehrten, und daß die Erreger auch bei länger fortgesetzten Kulturpassagen ihre Infektiosität für empfängliche Tiere bewahrten.

Noguchis Kulturmethode ist besonders gekennzeichnet durch die Beigabe eines frischen Gewebsstückchens zu dem festen oder flüssigen Kultursubstrat. Dieses Gewebe muß seinen ursprünglichen Eiweißcharakter beibehalten haben und darf daher einer Sterilisierung nicht ausgesetzt werden. Die Beigabe dieses frischen, gewissermaßen noch lebenden Gewebsstückchens ist nach Noguchi eine notwendige Bedingung für das Gelingen von Spirochaetenkulturen. In Nährböden ohne diesen Zusatz erhielt der Autor weder von der Syphilisspirochaete noch von einer der anderen Spirochaetenarten ein sicheres Wachstum. Im übrigen ist die Zusammensetzung der von Noguchi verwendeten flüssigen Nährsubstrate nicht einheitlich, er benutzte verschiedene Serumarten in wechselnden Verdünnungen und auch Ascites- oder Hydrocelenflüssigkeit.

Die vorwiegende Verwendung flüssiger Nährgemische zur Fortzüchtung der Reinkulturen in den Züchtungsversuchen Noguchis ist entschieden als ein Fortschritt gegenüber der von Mühlens und den sich ihm anschließenden Autoren vorzugsweise geübten Züchtungsmethode in Serumagar oder erstarrtem Serum zu bezeichnen. Denn eine Kultur in flüssigem Medium ermöglicht ein leichteres und sicheres Überimpfen und ist ferner morphologischen und biologischen Untersuchungen zugänglicher als eine Kultur, die in einem festen Nährsubstrat eingeschlossen ist. Andererseits ist die Kultur in einem flüssigen Nährbodengemisch durch bakterielle Verunreinigungen in höherem Grade gefährdet als in festem Substrat, und diese Gefahr wird bei der Methode Noguchis durch die vorgeschriebene Beigabe eines nicht sterilisierten Gewebsstückchens ganz beträchtlich vergrößert. Dieser Punkt macht das Kulturverfahren Noguchis umständlich und in seinem Ergebnis unsicher.

Die im Gesundheitsamt unternommenen Züchtungsversuche sind durch die Arbeiten Noguchis nicht beeinflußt worden. Die von uns angewendete Kulturmethode lehnt sich eng an eine schon vor den Spirochaetenversuchen geübte Technik der Züchtung anaerober Bakterien an, welche beim Studium der Gasbranderreger gute Ergebnisse geliefert hatte. Die Ähnlichkeit aller Kulturmethoden, die eine Züchtung von Spirochaeten im Reagensglas ermöglicht haben, wird bedingt durch die besonderen Eigen-

schaften dieser Mikroorganismen, insbesondere durch ihren Bedarf an unverändertem tierischem Eiweiß und durch ihren anaeroben Charakter, Eigenschaften, die schon in den Züchtungsexperimenten Mühlens' klar zutage getreten sind. Diese besonderen Ansprüche der Erreger auf dem einfachsten Wege zu erfüllen war die Aufgabe weiterer Kulturversuche mit Spirochaeten, und in dieser Beziehung dürfte die von uns angewendete Technik einen Fortschritt auch gegenüber dem von Noguchi angegebenen Züchtungsverfahren bedeuten.

Im folgenden soll zunächst über die Züchtung der

Spirochaete der Weilschen Krankheit

berichtet werden, deren Entdeckung die Aufnahme der Untersuchungen im Kaiserlichen Gesundheitsamte veranlaßte. Kurze Mitteilungen über die Ergebnisse dieser Versuche sind bereits im Sitzungsbericht der Berliner Medizinischen Gesellschaft vom 25. März 1916 und in dem Bericht über die Tagung des deutschen Kongresses für innere Medizin in Warschau gegeben worden (18), (19).

Ferner liegen in der Literatur Angaben über die Kultivierung dieses Keimes seitens einer Reihe japanischer Autoren vor. In Japan wurde eine der von Uhlenhuth, Hübener und ihren Mitarbeitern entdeckten morphologisch und biologisch sehr nahe stehende Spirochaete bereits im Jahre 1915 als Erreger einer in dortigen Bergwerken endemisch vorkommenden Erkrankung, die nach ihrem Bilde und Verlauf der europäischen Weilschen Krankheit sehr ähnlich ist, aufgefunden. Von diesen zunächst in japanischen Zeitschriften veröffentlichten Untersuchungen erhielten wir erst im April 1916 durch die Veröffentlichung im Journal of infectious diseases (20) Kenntnis. Die Züchtung des Erregers gelang den Japanern nach der Methode Noguchis in Ascitesflüssigkeit, die mit einem Stückchen Meerschweinchenniere beschickt worden war, und die Kultur konnte in diesem Nährboden durch eine längere Reihe von Passagen fortgepflanzt werden. Hinsichtlich des Züchtungsverfahrens, das die japanischen Autoren verwandten, gilt das gleiche, was oben zur Kennzeichnung der Methode Noguchis angeführt worden ist.

Da der neu entdeckte Erreger in seinen morphologischen Verhältnissen nicht unbeträchtlich von den anderen bekannten Spirochaetenarten abweicht, wurde er im Gesundheitsamte zunächst auch Züchtungsverfahren unterworfen, die sich in früheren Versuchen mit Spirochaeten als erfolglos erwiesen hatten. Es wurde versucht, ein Wachstum des Keimes auf gewöhnlichem Agar, auf Blut- und Serumagar, auf erstarrtem Serum, in Bouillon, Glycerin- und Zuckerbouillon, in Blut- und Serumbouillon zu erhalten. Aber alle diese Versuche hatten durchaus negative Ergebnisse. Auch unter anaeroben Bedingungen konnte weder in einfachem Agar, noch in Bouillon ein Wachstum der Keime erhalten werden, auch nicht nach Beifügung geringer Mengen von Blut und Serum.

Der Umstand, daß sich die Weilsche Spirochaete im Peritoneum infizierter Meerschweinchen besonders reichlich vermehrt, schien daraufhin zu deuten, daß die Körperflüssigkeiten das Wachstum der Keime besonders begünstigen, und legte die

Annahme nahe, daß, wenn überhaupt eine Vermehrung der Erreger im Reagensglas zu erzielen sein würde, diese Körperflüssigkeiten den besten Nährboden darstellen müßten. Um der Spirochaete im Reagensglase Existenzbedingungen zu schaffen, die den Verhältnissen im Tierkörper noch ähnlicher waren, wurden anfänglich auch Gemische dieser Körperflüssigkeiten mit zelligem Material versuchsweise als Nährmedien benutzt.

Zu diesen ersten Versuchen wurden ausschließlich Körperflüssigkeiten und Zellen vom Meerschweinchen verwendet, in der Voraussetzung, daß sich Material von dieser Tierart, die für die Weilsche Spirochaete so hochgradig empfänglich ist, als Nährboden besonders gut eignen würde. Serum, Citratplasma und Peritonealflüssigkeit vermischt mit Blut, mit Leber-, Milz-, Nieren- und Muskelgewebe sowie mit Meerschweinchengalle wurden in einer Menge von 1,5 ccm in den für die Präcipitationsreaktion gebräuchlichen Reagensröhrchen von 9 mm lichter Weite und 10 cm Länge unter aeroben und anaeroben Bedingungen mit geringen Mengen des parasitenhaltigen Peritonealexsudates beimpft, bei 37° bebrütet und fortlaufend auf ihren Keimgehalt geprüft.

Das in dem weiter unten dargestellten Versuche verwendete Serum und Plasma wurde aus sterilem, mittels Herzpunktion entnommenem Meerschweinchenblut gewonnen, das Plasma nach Vermischung des Blutes mit steriler Natriumcitratlösung und nachfolgender Sedimentierung der Blutkörperchen bei niederer Temperatur. Die Peritonealflüssigkeit wurde von normalen Tieren mittels steriler Glaskapillaren ohne Schwierigkeit in genügender Menge erhalten, sie wurde zur Vermeidung der leicht eintretenden Gerinnung ebenfalls mit ungefähr dem zehnten Teil steriler 1%iger Natriumcitratlösung versetzt. Das Serum wurde zur Vermeidung etwa durch Komplementwirkung bedingter keimtötender Einflüsse während 30 Minuten in einem Wasserbade von 58—60° inaktiviert. Plasma und Peritonealflüssigkeit dagegen wurden, da Gerinnungen hintangehalten werden sollten, in aktivem Zustande verwendet. In dem Versuche wurden die verschiedenen Nährbodengemische einmal dem Luftzutritt ausgesetzt, in einer zweiten Reihe von Proben durch eine hohe Schicht sterilen, flüssigen Paraffinöls gegen die Luft abgeschlossen. Diejenigen Gemische, welche einer Erhitzung unterworfen worden waren, wurden in noch heißem Zustande mit dem Paraffinöl überschichtet und nach der Erkaltung mit den Zusätzen von Blut oder sonstigem Material versehen.

Die Nährbodengemische wurden mit etwa gleichen Mengen des keimhaltigen Peritonealexsudats eines mit Weilschen Spirochaeten infizierten Meerschweinchens beimpft. Die Kulturen wurden bei 37° gehalten und von Zeit zu Zeit durch Auszählung einer gleichen Anzahl von Gesichtsfeldern des Dunkelfeldes auf ihren Spirochaetengehalt und die Lebendigkeit der Keime geprüft. Die Proben wurden mittels steriler Kapillarpipetten entnommen, die vor ihrer Berührung mit der Kulturflüssigkeit nochmals kurz durch die Flamme gezogen wurden. Die folgende Tabelle zeigt das Ergebnis dieses ersten systematischen Kulturversuches.

Tabelle I. Versuch vom 2. Februar 1916.

Spirochaetenzahlen in 20 Gesichtsfeldern bei einer Vergrößerung von 1 : 250.

Nährboden		Keimzahl							
		sogleich nach der Beimpfung	nach 4 Stunden	nach 24 Stunden	nach 48 Stunden	nach 72 Stunden	nach 96 Stunden	nach 5 Tagen	nach 6 Tagen
1. Serum	vor der Beimpfung erhitzt	0	1	5	18	29	56	120	142
2. „ mit Niere		2	1	1	6	18	32	70	86
3. „ „ Leber		0	1	0	0	0	—	0	0
4. „ „ Blut		1	0	3	11	8	24	—	82
5. „ „ Galle		0	0	0	0	—	—	0	0
6. Plasma	vor der Beimpfung nicht erhitzt	1	0	2	1	4	12	18	45
7. „ mit Niere		2	0	1	0	0	—	0	0
8. „ „ Leber		0	0	—	—	0	—	—	0
9. „ „ Blut		1	1	0	0	0	—	0	0
10. „ „ Galle		0	0	0	—	0	—	—	0
11. Peritonealflüssigkeit	vor der Beimpfung nicht erhitzt	1	0	2	1	6	18	26	34
12. „ mit Niere		0	0	—	—	0	—	—	0
13. „ „ Leber		0	1	3	2	1	12	18	30
15. „ „ Blut		2	0	0	1	3	10	22	25
16. „ „ Galle		0	0	0	—	0	—	0	0

Dieser erste Versuch zeigte zunächst, daß es möglich ist, der Weilschen Spirochaete, wenigstens in der ersten Kultur aus dem Tierkörper, im Reagensglase die Bedingungen zu einer ausreichenden Vermehrung zu schaffen. Er zeigte ferner, daß inaktiviertes Serum der beste Nährboden ist, und daß in einem von zelligen Beimengungen freien Material die reichlichste Vermehrung der Keime eintritt. Schließlich ergab der Versuch, daß die hauptsächliche Vermehrung der Spirochaeten erst einige Tage nach der Beimpfung der Kulturflüssigkeiten beginnt und innerhalb der 6 Tage fortgesetzten Beobachtung noch nicht zum Abschluß gelangte.

Der in die Tabelle nicht aufgenommene Parallelversuch, in welchem die gleichen Nährgemische, ohne mit Paraffin überschichtet zu werden, in derselben Weise beimpft und bebrütet wurden, zeigte, daß die Keime in einzelnen dieser Röhrchen am zweiten und auch noch am dritten Tage nach der Beimpfung zwar spärlich, aber noch in guter Beweglichkeit vorhanden waren. Eine deutliche Zunahme der Keimzahl machte sich jedoch in diesen Proben nicht bemerkbar und über den dritten Tag hinaus waren lebende Spirochaeten in keinem Versuchsröhrchen zu finden. Sind demnach für die Kultivierung der Weilschen Spirochaete streng anaerobe Bedingungen nicht erforderlich, denn solche waren in den mit nicht inaktiviertem Plasma und Peritonealflüssigkeit beschickten Röhrchen jedenfalls nicht geboten, so ist es zur Erzielung einer üppigen Vermehrung doch nötig, den weiteren Luftzutritt zu den Kulturflüssigkeiten zu verhindern. Nach den Erfahrungen mit streng anaeroben Keimen aus der Gruppe der Bakterien

darf wohl angenommen werden, daß der in einem eiweißreichen Material absorbierte Sauerstoff durch Umsetzungen chemischer Art allmählich aufgebraucht wird, so daß sich, wenn nur eine weitere Sauerstoffzufuhr aus der Luft nicht stattfindet oder wenn durch das Wachstum der Keime selbst eine hinreichende Bindung des Sauerstoffes erfolgt, auch in den Röhrchen, in welchen der Sauerstoff nicht durch vorherige Erwärmung vertrieben wurde, anaerobe Verhältnisse herausbilden, die eine ausreichende Vermehrung der Keime gestatten. Dieser Vorgang des Sauerstoffverbrauches durch das Material selbst nimmt wohl eine gewisse Zeit in Anspruch. Das ist vielleicht der Grund, weswegen die Vermehrung der Spirochaeten in den mit aktivem Plasma und Peritonealflüssigkeit beschickten Röhrchen des ersten Versuches etwas später einsetzte als im Serum, das vorher erhitzt und dadurch eines Teiles seines Sauerstoffgehalts beraubt worden war.

Bemerkenswert ist ferner die aus dem Versuch sich ergebende hohe Empfindlichkeit der Keime gegen Galle. In allen Kulturröhrchen, denen ein Gallegehalt von 1 % verliehen wurde, konnte schon bald nach der Beimpfung keine Spirochaete mehr nachgewiesen werden. Die Keime mußten also in dem gallehaltigen Material in kurzer Zeit zugrunde gegangen sein. Aber auch der geringe Gallegehalt der Leberstückchen hat offenbar schon genügt, die Vermehrung der Keime in den damit beschickten Kulturröhrchen zu verhindern. Der Umstand ist um so auffallender, als die Weilschen Spirochaeten in den ikterischen Organen und Körperflüssigkeiten vorzugsweise in großer Zahl nachweisbar sind und gerade in der Leber ihre stärkste Entwicklung entfalten.

Nachdem am vierten Kulturtage die reichliche Vermehrung der Spirochaeten in einigen Röhrchen außer Zweifel stand, wurde eine Übertragung der Originalkulturen auf neue Nährböden versucht. Hierzu wurden die Kulturröhrchen 1, 2, 4, 6 und 11 des in Tabelle I dargestellten Versuches verwendet und von jedem eine Menge von 0,1 ccm in 1,5 ccm neuer Nährflüssigkeit verimpft. Jede Originalkultur wurde einmal in das gleiche Nährsubstrat, in dem sie zur Entwicklung gelangt war, übertragen und außerdem in reines, inaktiviertes Meerschweinchenserum, in welchem nach den Ergebnissen des ersten Versuches das Wachstum der Spirochaeten am lebhaftesten erfolgt war. Die Überimpfung wurde mittels graduierter, mit einem Gummisauger versehener sterilisierter Glaskapillaren durch die Paraffinschicht der Kulturröhrchen hindurch vorgenommen. Durch mehrfaches Ansaugen und Ausblasen der Kulturflüssigkeit mittels des Gummisaugers wurde das zu übertragende Kulturmaterial in dem neuen Nährboden möglichst gleichmäßig verteilt. Die neu beimpften Kulturröhrchen wurden wiederum bei 37° bebrütet.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse dieses ersten Übertragungsversuches mit der Kultur der Weilschen Spirochaete zusammengestellt. Die Zahlen geben wiederum den Keimgehalt von je 20 Gesichtsfeldern des Dunkelfeldes bei einer Vergrößerung von 1 : 250 an.

Tabelle II. Versuch vom 7. Februar 1916.

Ausgangsmaterial	Nährboden der Originalkultur	Nährboden der zweiten Kulturpassage	Keimzahlen nach						
			24 Stunden	48 Stunden	72 Stunden	4 Tagen	5 Tagen	6 Tagen	7 Tagen
Erster Versuch, Kulturröhrchen 1	Meerschweinchenserum	Meerschweinchenserum	4	13	56	120	135	124	164
Erster Versuch, Kulturröhrchen 2	Meerschweinchenserum mit Niere	Meerschweinchenserum	1	3	3	20	83	112	138
		Meerschweinchenserum mit Niere	0	2	4	5	16	22	40
Erster Versuch, Kulturröhrchen 4	Meerschweinchenserum mit Blut	Meerschweinchenserum	0	1	6	34	108	136	183
		Meerschweinchenserum mit Blut	0	2	7	13	41	96	162
Erster Versuch, Kulturröhrchen 6	Meerschweinchenplasma	Meerschweinchenserum	0	0	4	10	42	76	93
		Meerschweinchenplasma	0	0	0	0	—	0	0
Erster Versuch, Kulturröhrchen 11	Meerschweinchenperitonealflüssigkeit	Meerschweinchenserum	1	4	22	35	82	102	143
		Meerschweinchenperitonealflüssigkeit	1	0	2	6	20	18	32

Es zeigte sich demnach wiederum, daß das reichlichste Wachstum von Spirochaeten in denjenigen Röhrchen der zweiten Kulturpassage eintrat, in welchen Meerschweinchenserum allein als Nährflüssigkeit verwendet worden war. Jedoch hatte auch in den anderen Nährsubstraten, besonders in der Mischung von Serum mit Blut, eine ausreichende Vermehrung der Keime stattgefunden. Eine Ausnahme macht nur das eine mit Meerschweinchenplasma beschickte Kulturröhrchen, dessen gänzliches Versagen vielleicht auf eine stärkere keimtötende Wirkung der in aktivem Zustande verwendeten Plasmaflüssigkeit zurückgeführt werden darf.

Inaktiviertes Meerschweinchenserum, noch heiß mit sterilem Paraffinöl überschichtet, ergab sich also nach diesen Versuchen als bestes Substrat für das Wachstum der Weilschen Spirochaete. Durch Zusätze zelligen Materials wurde die Vermehrung der Keime zum wenigsten nicht verstärkt, vielfach übten sie sogar einen hemmenden Einfluß auf das Wachstum der Kultur aus. Die weiteren Übertragungen der Spirochaetenkultur wurden daher zunächst ausschließlich in reinem Meerschweinchenserum vorgenommen.

Die Überimpfungen wurden in der oben beschriebenen Weise mittels steriler Kapillarpipetten unter Verwendung von etwa 0,05—0,1 ccm des alten Kulturmaterials auf 1,5—2 ccm der neuen Kulturflüssigkeit in 4—5 tägigen, später auch bis zu 10 tägigen Abständen ausgeführt. Da die Übertragungen nie mißlangen, wurden

bald an Stelle der anfänglich bei jeder Überimpfung benutzten fünf Nährbodenproben deren nur zwei und schließlich nur eine einzige verwendet. Die Benutzung einer geringen 2 ccm nicht übersteigenden Serummenge als Kulturflüssigkeit empfahl sich zur Materialersparnis, nicht etwa weil die Kultur in größeren Flüssigkeitsmengen schwieriger gedeiht. Braucht man zu Versuchszwecken größere Kulturmengen, so können auch 20—30 ccm Serum, in größeren Reagensgläsern in gleicher Weise vorbereitet, mit gleich gutem Erfolge benutzt werden. Die Vermehrung der Spirochaeten tritt unter diesen Umständen meist etwas später zutage, sie beginnt in der Regel erst am dritten bis vierten Tage nach der Beimpfung, dafür dauert aber die Wachstumsperiode auch etwas länger als in Kulturröhrchen, die mit kleinen Serummengen beschickt wurden. Verwendet man zur Beimpfung größerer Flüssigkeitsmengen entsprechend größere Dosen der Ausgangskultur, so tritt der Höhepunkt des Keimgehaltes natürlich wesentlich früher ein.

In konzentriertem, aktivem Meerschweinchenserum konnte bei den ersten Versuchen eine Vermehrung der überimpften Keime nicht festgestellt werden; die Spirochaeten verschwanden in diesem Material bereits nach einigen Stunden. Da aber in den Versuchen mit aktivem Plasma ein Wachstum der Keime, wenn auch nicht regelmäßig, erzielt worden war, so mußte dieses Versagen des Wachstums der Spirochaeten in aktivem Serum mehr auf zufällige Ursachen zurückgeführt werden, in erster Linie auf die verschiedene keimtötende Wirkung der Sera. In späteren Versuchen gelang es, die Spirochaeten auch in frischem aktivem Serum zur Vermehrung zu bringen. Jedoch wuchsen die Keime darin beträchtlich später an als im inaktivierten Serum, durchschnittlich erst am fünften oder sechsten Tage. Diese Hemmung des Wachstums, die sich schon im ersten Kulturversuch in den mit aktivem Plasma und mit Peritonealflüssigkeit beschickten Röhrchen gezeigt hatte, dürfte so zu erklären sein, daß die Vermehrung der Keime erst einsetzt, wenn die Komplementwirkung zu erlöschen beginnt. Die vorherige Erhitzung des Serums ist also zur Erzielung eines sicheren, ungehinderten Angehens und einer üppigen Entwicklung der neu überimpften Kulturen nicht zu umgehen. Sie empfiehlt sich auch aus dem Grunde, weil sie die Nährböden von Bakterien, die bei der Blutentnahme und der Serumabscheidung etwa hineingelangten, zu reinigen vermag.

Gegenüber der Konkurrenz von Bakterien ist die Weilsche Spirochaete in hohem Grade empfindlich. Eine geringfügige Verunreinigung der Kulturflüssigkeit mit den gewöhnlichen Fäulnisbakterien schließt eine Vermehrung der überimpften Spirochaeten aus und bringt bereits entwickelte Kulturen rasch zum Absterben. Ein absolut steriles Arbeiten ist daher für die Züchtung der Spirochaeten notwendiges Erfordernis; doch ist die Gefahr der Verunreinigung bei einigermaßen sorgfältigem Vorgehen bei der Blutentnahme und der Serumabscheidung verhältnismäßig gering. Eine sichere Sterilisierung des Serums kann mittels keimfreier Filtration des Materials durch Tonfilter erzielt werden, ohne daß es dadurch seine Brauchbarkeit für die Züchtung der Spirochaeten verliert. Indessen ist die Vermehrung der Keime in filtriertem Serum doch weniger reichlich als in nicht filtriertem Material und auch die Übertragung gelingt darin nicht ganz so sicher. Ein mit Bakterien bereits stärker ver-

unreinigtes Serum kann auch durch keimfreie Filtration nicht mehr in einen für das Wachstum der Weilschen Spirochaete geeigneten Nährboden verwandelt werden, während sich z. B. eine Hühnerspirochaetenkultur auch in einem an Fäulnisprodukten sehr reichen, wenn nur keimfreien Filtrat noch leidlich zu entwickeln vermag.

Wird eine Spirochaetenkultur innerhalb der ersten Stunden nach ihrer Übertragung in einen neuen Nährboden mehrmals im Dunkelfeld untersucht, so zeigt sich, daß eine beträchtliche Zahl der überimpften Keime ihre Beweglichkeit einbüßt und der Auflösung anheimfällt. Mitunter erscheinen alle sichtbaren Keime starr und leblos. Trotzdem können auch solche Proben nach einigen Tagen von lebhaft beweglichen und sich teilenden Spirochaeten wimmeln. Die empfindlichen Keime erleiden wohl in dem neuen Kultursubstrat, das von dem alten, an welches sie sich gewöhnt haben, in irgend einer Richtung abweicht, eine Störung ihres Lebensprozesses, die bis zum Verfall führen kann. Nur die resistentesten Keime widerstehen und bringen durch ihre bald einsetzende Vermehrung die neue Generation hervor.

Für die ersten Züchtungsversuche war, wie schon erwähnt wurde, aus dem Grunde Meerschweinchenserum gewählt worden, weil diese Tierart für die Infektion mit den Weilschen Spirochaeten in besonders hohem Grade empfänglich ist und daher den Keimen in ihrem Eiweiß einen besonders günstigen Nährboden zu bieten schien. Bei Versuchen mit anderen Serumarten zeigte sich aber, daß sich das Meerschweinchenserum keineswegs als einziges für die Spirochaetenzüchtung eignet. Vielmehr wuchsen die Keime nach der Uebertragung aus der vierten Meerschweinchenserumpassage sogleich auch in Kaninchen- und in Hammelserum in üppiger Weise, weniger reichlich in Menschenserum und in Eselserum, die allerdings durch Tonkerzen filtriert worden waren. Kaninchenserum kann durch Herzpunktion leicht in größerer Menge gewonnen werden als Meerschweinchenserum; es wurde daher von der 15. Kulturpassage ab ausschließlich zur Fortpflanzung der Spirochaetenkultur benutzt. In Rinder- und Hühnerserum wuchsen die Spirochaeten nicht. Es dürfte aber nicht schwierig sein, die Parasiten durch allmähliche Gewöhnung an beliebige Serumarten anzupassen. So wurde später eine auch in Eselserum üppig gedeihende Kultur erhalten, indem die ursprünglich in Meerschweinchen- und Kaninchenserum gezüchteten Keime zunächst in ein aus drei Teilen Kaninchenserum und einem Teil Eselserum bestehendes Gemisch überimpft wurden, dann, nachdem sie darin ausreichendes Wachstum entfalteten, in eine Mischung aus gleichen Teilen Esel- und Kaninchenserum, darauf in ein Gemisch aus drei Teilen Esel- und einem Teil Kaninchenserum, und schließlich, nachdem sie in diesem Nährboden durch drei Passagen ein gutes Wachstum gezeigt hatten, in reines Eselserum. Die so vorbereitete Kultur wuchs in diesem Material ohne Zögern an und entwickelte sich durch mehrere Passagen ebenso üppig wie im Meerschweinchen- oder Kaninchenserum. Die Möglichkeit, die Weilsche Spirochaete auf diese Weise an die verschiedensten Sera als Nährboden zu gewöhnen, dürfte für immunologische Fragen Bedeutung haben. Dadurch wird die Gewinnung streng spezifischer Antisera, die nur gegen den Erreger selbst gerichtete Antikörper enthalten, auch von größeren Tieren ermöglicht. Es wird z. B. leicht gelingen, Stämme der Weilschen Spirochaete zu erhalten, die im Pferdeserum die Bedingungen

zu üppigem Wachstum finden. Auf diesem Wege dürfte es gelingen, auch Pferde zur Gewinnung von Immunserum gegen die Weilsche Spirochaete heranzuziehen, ihnen große Mengen der in ihrem eigenen Serum gezüchteten Kultur einzuverleiben, in der nur die Erreger und die von ihnen möglicherweise gebildeten Stoffwechselprodukte für das Pferd antigene Wirkungen zu äußern vermögen. Auf diese Weise kann eine Sensibilisierung der Tiere gegen das als Kulturmaterial dienende Eiweiß und damit die Gefahr der Überempfindlichkeit vermieden werden, so daß der Gewinnung größerer Mengenhochwertiger Immunsera von diesem Gesichtspunkte aus nichts mehr im Wege stehen dürfte.

Es fragte sich weiterhin, ob zur Züchtung der Spirochaete konzentriertes Serum unbedingt erforderlich sei, oder ob man etwa mit einer gegebenen Serummenge durch Beifügung geeigneter Verdünnungsflüssigkeiten eine größere Kulturquantität gewinnen könne. Auch für das Studium morphologischer Fragen erschien eine Spirochaetenkultur in eiweißärmeren Medien besonders wertvoll. Daß eine gewisse Verminderung des Eiweißgehaltes der Nährflüssigkeit möglich sei, ohne daß das Wachstum der Spirochaeten dadurch verhindert wird, zeigten schon die Ergebnisse der Züchtungsversuche mit filtriertem Serum, dessen Eiweißgehalt normalem Serum gegenüber deutlich verringert war. Um den Grad der Verdünnung zu bestimmen, bei welchem noch ein Wachstum der Spirochaetenkultur erfolgt, wurden mehrere Parallelversuche mit Kaninchenserum als Nährflüssigkeit, Bouillon und sterilem Leitungswasser als Verdünnungsmittel angestellt. Das Ergebnis eines solchen Versuches zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle III.

Zusammensetzung der Nährflüssigkeit	Keimzahl in 20 Gesichtsfeldern nach					
	der Beimpfung	24 Stunden	48 Stunden	3 Tagen	4 Tagen	5 Tagen
Kaninchenserum 2,0	4	16	74	116	202	196
„ 1,8 + Bouillon 0,2	6	20	68	132	185	214
„ 1,6 + „ 0,4	4	14	45	52	106	136
„ 1,4 + „ 0,6	3	18	42	34	50	83
„ 1,2 + „ 0,8	3	13	28	22	17	12
„ 1,0 + „ 1,0	5	10	8	3	4	0
„ 0,8 + „ 1,2	2	5	1	0	0	0
„ 0,6 + „ 1,4	4	8	0	1	0	0
„ 0,4 + „ 1,6	6	4	2	0	0	0
„ 0,2 + „ 1,8	4	2	0	0	0	0
Bouillon 2,0	5	4	0	0	0	0
Kaninchenserum 1,8 + Leitungswasser 0,2	3	12	80	127	194	236
„ 1,6 + „ 0,4	4	19	72	143	182	224
„ 1,4 + „ 0,6	2	22	76	116	170	217
„ 1,2 + „ 0,8	5	14	54	72	106	86
„ 1,0 + „ 1,0	2	18	33	24	36	65
„ 0,8 + „ 1,2	4	8	25	30	17	21
„ 0,6 + „ 1,4	1	5	4	1	3	0
„ 0,4 + „ 1,6	3	4	12	8	0	1
„ 0,2 + „ 1,8	5	6	1	0	0	0
Leitungswasser 2,0	4	5	3	1	0	0

Man kann also noch in einem etwa zur Hälfte verdünnten Serum ein Wachstum der Weilschen Spirochaete erhalten, jedoch nimmt der Grad der Vermehrung der Keime bereits in einem Gemische von zwei Teilen Serum und einem Teil der Verdünnungsflüssigkeit wesentlich ab; nur in Gemischen von 9 Teilen Serum und 1 Teil Wasser oder Bouillon ist das Wachstum noch ebenso reichlich wie in reinem Serum, so daß die Anwendung verdünnter Sera als Nährboden kaum lohnend erscheint. Wir benutzten das Serum auch weiterhin stets in konzentriertem Zustande als Nährflüssigkeit, da es uns auf die Gewinnung möglichst üppig gewachsener Kulturen ankam. Wird nur die einfache Fortpflanzung von Kulturen der Weilschen Spirochaete beabsichtigt, so dürfte nach unseren Erfahrungen auch noch ein im Verhältnis von 1 : 3 mit Kochsalzlösung, Ringerscher Flüssigkeit oder Leitungswasser verdünntes Serum ausreichend sein.

Die Haltbarkeit und auch die Vermehrung der Keime war übrigens in den mit Kochsalzlösung und gewöhnlichem Leitungswasser hergestellten Verdünnungen besser als in den Verdünnungen mit Bouillon. In reiner Bouillon sind die Keime in der Regel schon am zweiten Tage nach der Beimpfung gänzlich verschwunden, während sie sich im reinen Leitungswasser gelegentlich bis zum dritten und vierten Tage halten können. Ähnlich lange Zeit bleiben sie auch in der Ringerschen Flüssigkeit am Leben. Auch in sterilem Urin oder in fraktioniert sterilisiertem Speichel halten sich die Spirochaeten mehrere Tage lebensfähig und beweglich. Bei ausreichendem Serumzusatz gelingt es, die Spirochaeten auch in diesen Medien zur Vermehrung zu bringen, irgend einen Vorteil für die Züchtung der Weilschen Spirochaeten bieten aber Urin und Speichel nicht. Ebenso sind Milch, Organextrakte, Hirnbrei für die Züchtung des Keimes nicht geeignet; Organextrakte wirken sogar deutlich giftig auf die Spirochaeten. Aus allen nach dieser Richtung angestellten Versuchen ergab sich, daß das unverdünnte Serum verschiedener Tierarten als Nährboden für die Weilsche Spirochaete von keinem anderen Flüssigkeitsgemisch übertroffen wird.

Bezüglich des Temperaturgrades, der zur Kultivierung der Weilschen Spirochaete erforderlich ist, wurde zunächst angenommen, daß sie als pathogener Keim am besten bei Körpertemperatur gedeihen würde. Die Kulturröhrchen wurden daher bis zur 30. Passage bei 37° bebrütet. Es zeigte sich jedoch, daß die Keime auch bei niedrigeren Temperaturen am Leben bleiben und sich auch vermehren können. Bei 30° tritt etwas später als bei 37° eine Zunahme der Keimzahl ein, auch bei 28° ist noch ein Wachstum zu erkennen, erst bei Temperaturen um 25° vermehren sich die Keime in frisch beimpften Nährböden im allgemeinen nicht mehr. Wird aber ein Kulturröhrchen, in dem nach mehrtägigem Aufenthalt bei 37° das Wachstum eingesetzt hat, weiterhin bei 25° gehalten, so setzt sich die Vermehrung der Keime fort und führt schließlich zu Keimzahlen, die man bei einer dauernden Bebrütung bei 37° nicht erhält, wahrscheinlich aus dem Grunde, weil die Degeneration der Spirochaeten bei niederen Temperaturgraden später beginnt und langsamer fortschreitet, so daß trotz an sich geringerer Vermehrung nach einiger Zeit, wenn die Kultur etwa 3—4 Wochen alt ist, bei 25—30° eine beträchtlich größere Keimzahl vorhanden sein kann, als in Kulturen, die ihre optimale Entwicklung bei 37° erlangten.

Nach den bisherigen Erfahrungen erhält man reichliche Kulturen der Weilschen Spirochaete am sichersten auf folgende Weise: die mit unverdünntem, inaktiviertem Serum, am zweckmäßigsten Kaninchenserum, beschickten Kulturröhrchen werden nach der Beimpfung 4—5 Tage hindurch bei 37° gehalten. In dieser Zeit hat die Vermehrung der Keime regelmäßig eingesetzt. Danach werden die Kulturen, nachdem von ihnen zuvor neue Passagen angelegt sind, bis zu zehn weiteren Tagen bei etwa 25—30° gehalten. In so behandelten Kulturen kann man dann oft in einem Gesichtsfelde des Dunkelfeldes bei einer Vergrößerung von 1 : 250 bis zu 50 und mehr lebende Spirochaeten zählen, so daß eine solche Spirochaetenkultur hinsichtlich der Individuenzahl nicht viel hinter Bakterienkulturen in flüssigen Nährböden zurückbleibt.

Trotz einer so reichlichen Durchsetzung des Nährbodens mit den Keimen zeigt die Kulturflüssigkeit bei makroskopischer Betrachtung meist keine Veränderungen. Das Serum erscheint vollkommen klar, von unveränderter Färbung und scheidet in der Regel auch keinen Bodensatz ab. Seit der 40. Nährbodenpassage konnte indessen bei besonders üppiger Vermehrung der Keime in größeren Mengen von Kulturflüssigkeit und bei 3—4 Wochen dauerndem Wachstum mitunter die Bildung einer leichten Trübung im unteren Teile des Nährbodens beobachtet werden. Diese Trübung wird durch sehr locker zusammengefügte Flocken verursacht, welche sich durch Schütteln leicht im Serum verteilen lassen und dann kaum mehr sichtbar sind. Bei der Betrachtung solcher Flocken im Dunkelfeld zeigt sich, daß sie aus sehr großen Mengen locker zusammengefügter, schon unter dem Druck des Deckglases auseinander weichender Spirochaeten gebildet werden. Diese Flocken sind wohl nicht als eine besondere Wuchsform der Spirochaeten aufzufassen, etwa als Bildungen, die Bakterienkolonien entsprechen, sondern wahrscheinlich als das Ergebnis einer Agglomeration, die sich unter dem Einfluß des Nachlassens der Lebensfähigkeit der Keime, die ursprünglich gleichmäßig in der ganzen Kulturflüssigkeit verteilt sind, vollzieht. In jungen Kulturen ist kein Unterschied im Spirochaetengehalt der verschiedenen Schichten des Nährbodens festzustellen. Die einzelne Spirochaete ist wahrscheinlich sehr leicht und vermag sich daher durch ihre lebhafte Bewegung ohne Schwierigkeit in der Nährflüssigkeit schwimmend zu erhalten. Die Agglomeration, durch welche die Bewegung der Keime gehemmt wird, bewirkt, daß sie ihrem etwas höheren spezifischen Gewicht zufolge auf den Boden der Kulturröhrchen herabsinken. Aber der Unterschied im spezifischen Gewicht der Serumflüssigkeit und der Spirochaeten ist jedenfalls nur geringfügig, denn es gelingt nur sehr schwer, die Keime aus Serumkulturen durch Zentrifugieren am Boden des Kulturröhrchens anzureichern.

Bemerkenswert ist bei der Kultur der Weilschen Spirochaete fernerhin, daß sie auch bei reichlichstem und lange dauerndem Wachstum keinerlei Geruchsstoffe im Nährboden erzeugt.

Die Überimpfungen der Keime gelingen, wie schon erwähnt wurde, am besten, wenn die Kultur in reichlicher Vermehrung begriffen ist, also etwa am fünften bis zehnten Tage. Ältere Kulturen geben mitunter, auch wenn sie noch gut bewegliche Keime enthalten und an Individuenzahl jüngere Kulturen sogar übertreffen, bei der Überimpfung keine sicheren Resultate mehr. Andererseits ist es gelegentlich noch

möglich, selbst von monatealten Kulturen bei der Übertragung in einen neuen Nährboden noch üppig gedeihende Subkulturen zu erhalten. Das gelang einmal sogar noch mit einer vier Monate alten Kultur, die einen Monat hindurch bei 37°, dann bei Zimmertemperatur gehalten worden war. Ähnliches hat auch schon Mühlens bei einer Reinkultur der Zahnspirochaete beobachtet, bei der ihm die Abimpfung noch von einer fünfmonatigen Kultur glückte. Kulturen der Weilschen Spirochaete können sich also bei Zimmertemperatur und mitunter auch bei 37° sehr lange lebensfähig halten. Indessen erstreckt sich die Lebensdauer der Keime keineswegs regelmäßig über so lange Zeit, manchmal findet man bereits in 3—4 Wochen alten Kulturen keine beweglichen Keime mehr, während in anderen gleichzeitig angelegten Proben noch nach Monaten lebensfähige Spirochaeten vorhanden sind. Die längste bisher beobachtete Lebensdauer einer Spirochaetenkultur belief sich auf annähernd sieben Monate.

Die Lebensvorgänge in einer solchen Kultur lassen sich meist nicht durch eine einfache Kurve darstellen. Die Zunahme und Abnahme der Keimzahl schreitet nicht immer gleichmäßig fort. Daß am Anfange, bald nach der Beimpfung des neuen Nährbodens, oft eine bedeutende Abnahme der Keimzahl eintritt, so daß nach 24 Stunden weniger Spirochaeten nachweisbar sein können als unmittelbar nach der Beimpfung der Kulturröhrchen, wurde schon erwähnt. Ebenso zeigen die Kulturen in späteren Stadien keine gleichmäßige Abnahme der Keimzahl, sondern häufig schubweise Zunahmen, so daß eine Probe, die bei einer Untersuchung nur noch spärliche, bewegliche Keime aufwies, nach einigen Wochen eine beträchtliche Menge davon enthalten kann. Einmal konnte ich in einem Kulturröhrchen sogar eine zweimalige Zunahme der Spirochaetenzahl nach jeweils vorausgegangener Abnahme beobachten.

Von großem Interesse wäre es gewesen, Kulturen der Weilschen Spirochaete auch in festen Nährböden zu erhalten, schon im Hinblick auf die von Mühlens beschriebenen Kolonien der Spirochaete pallida und dentium in Serumagar. Mit der vierzigsten Kulturpassage der Weilschen Spirochaete in flüssigem Serum wurde nochmals versucht, sie in festen Nährböden zum Wachstum zu bringen. Für diese Versuche wurden Gemische von neutralem $1^1/_2$—3%igem Agar mit inaktiviertem Kaninchenserum, zum Teil auch unter Hinzufügung von Blutkörperchen oder Hämoglobinlösung in verschiedenen Verhältnissen, bis zu 3 Teilen Serum und 1 Teil Agar, hergestellt und nach genügender Abkühlung mit großen Mengen der in lebhafter Vermehrung begriffenen Serumkultur beimpft. Bei der Zubereitung der Nährböden wurden möglichst anaerobe Bedingungen dadurch geschaffen, daß der Agar erst aufgekocht, dann sogleich mit Paraffin überschichtet und nach der Abkühlung auf etwa 45° mit dem auf 60° erhitzten, dann ebenfalls mit Paraffinöl übergossenen und auf 45° abgekühlten Serum vermischt wurde. Das Ergebnis aller dieser Versuche war bisher ein negatives; zwar wurden lebensfähige bewegliche Spirochaeten im Serumagar noch mehrere Tage nach der Beimpfung gefunden, eine Vermehrung konnte aber nicht sicher festgestellt werden und von der Bildung makroskopisch oder mit der Lupe sichtbarer Kolonien war ebenfalls nichts zu bemerken. In einem Röhrchen wurden acht Wochen nach seiner Beimpfung kolonienartige, feine

Körnchen in den mittleren und unteren Schichten des Blutserumagars festgestellt, die sich aber als Anhäufungen krystallartiger Schollen, wahrscheinlich von Cholesterin, erwiesen, jedenfalls keine Spirochaeten enthielten. Flüssige Nährböden sagen den lebhaft beweglichen Spirochaeten offenbar besser zu als feste Medien, die ihren Bewegungen einen größeren Widerstand entgegensetzen. Für die Gewinnung großer, für Versuchszwecke verwertbarer Spirochaetenmengen und für die einfache Fortpflanzung der Kultur dürften feste Nährböden wenig geeignet sein, wenn es auch vielleicht noch gelingen wird, die Weilsche Spirochaete darin zur Vermehrung zu bringen. Solche Kulturen hätten ein vorwiegend theoretisches Interesse.

Für die mikroskopische Untersuchung der Kultur eignet sich vornehmlich die Dunkelfeldbeleuchtung. Die Herstellung gefärbter Ausstrichpräparate aus dem eiweißreichen Kulturmaterial ist, sofern nur die Beurteilung des Keimgehaltes und der Lebensfähigkeit einer Kultur beabsichtigt wird, zu schwierig und zu zeitraubend. Sie gibt außerdem über die Beweglichkeit der Keime, die für die Beurteilung des biologischen Zustandes einer Kultur am wichtigsten ist, keine Auskunft. Für eine kurze Durchmusterung von Kulturen eignen sich recht gut schwache Systeme, die ein großes Gesichtsfeld bieten, also Vergrößerungen von 1 : 125 und 1 : 250, bei welchen die Spirochaeten schon deutlich zu erkennen sind.

Die Bewegung der Weilschen Spirochaete zeigt auch in der Reinkultur den für diesen Keim so charakteristischen Ablauf; sie stellt sich, abweichend von den übrigen Spirochaeten, nicht als eine gleichmäßige, schraubenförmige Drehbewegung der feinen Windungen des Spirochaetenleibes um die Längsachse des Körpers dar, wobei dieser selbst gestreckt bleibt oder nur geringfügige Pendelbewegungen ausführt, sondern sie besteht in einer sehr schnellen Rotation des Sförmig gekrümmten Fadens um zwei Knotenpunkte, die auf der Grenze zwischen den hakenförmig gekrümmten Enden des Spirochaetenleibes und dem im allgemeinen gestreckten Mittelteil gelegen sind. Das Längenverhältnis zwischen den Endhaken und dem Mittelfaden zeigt erhebliche Unterschiede. Oft ist der Mittelteil ganz kurz, so daß die Endhaken unmittelbar aneinander zu grenzen scheinen, mitunter aber auch von erheblicher, die Länge des Endhakens um das 8—10fache übertreffender Ausdehnung. Zwischen diesen beiden extremen Formen gibt es alle möglichen Übergänge. Mit der wechselnden, wahrscheinlich durch den Entwicklungszustand der einzelnen Spirochaete bedingten Form ändert sich auch die Art ihrer Bewegung. Bei den Spirochaeten mit relativ großen Endhaken erscheint der in voller Bewegung begriffene Keim mehr oder weniger 8förmig, indem gewissermaßen nur ein Knotenpunkt der Rotation in der Mitte des Spirochaetenleibes vorhanden ist. Bei den längeren Formen geben die Endhaken bei lebhafter Rotation das Bild rundlicher Verdickungen der Enden des Spirochaetenfadens, während der Mittelteil entweder gestreckt bleibt oder, bei leicht geschwungenem Verlauf, infolge seiner Teilnahme an der Rotation eine flache Anschwellung zu bilden scheint. Häufig vollzieht sich die rotierende Bewegung der Spirochaete bei der Beobachtung im Dunkelfelde an ein und derselben Stelle des Gesichtsfeldes. Meistens aber verbindet sich die Rotation mit einem mäßig schnellen, gleichmäßigen, geradlinigen Vorwärtsgleiten, das manchmal mit einer Rückwärtsbewegung abwechselt. Bei kleinen Exemplaren

beobachtet man häufig eine pendelartige Hin- und Herbewegung zwischen nahe gelegenen Punkten des Gesichtsfeldes.

Die Beweglichkeit der Keime ist, wie schon erwähnt wurde, der beste Anhaltspunkt für die Beurteilung der Lebensfähigkeit einer Kultur. Finden sich in einem Präparate auch nur wenige, aber lebhaft rotierende oder schnell hin- und herpendelnden Formen, so ist die Kultur in gutem, entwicklungsfähigem Zustande und für Überimpfungen in neue Nährböden oder für Tierversuche gut geeignet. Zeigen aber die Spirochaeten auch bei großer Individuenzahl nur träge, uncharakteristische Bewegungen, so befindet sich die Kultur im Niedergang und liefert bei Überimpfungen keine sicheren Resultate mehr.

Neben der Bewegung ist das Vorkommen von Teilungsbildern das wichtigste Merkmal für die Beurteilung der biologischen Verhältnisse einer Kultur der Weilschen Spirochaete. Auf der Höhe des Wachstums sind Teilungen der Spirochaeten sehr häufig zu beobachten. Mitunter sind fast alle Keime in Vermehrung begriffen. Infolge des eigenartigen, unsymmetrischen Baues dieser Spirochaetenart ist der Vorgang der Teilung eindeutiger als solcher zu erkennen als bei den anderen Keimen der Gruppe. Nachdem sich die erste Anlage der Teilung als leicht Sförmige Krümmung des Mittelteils des Spirochaetenfadens herausgebildet hat, vollführen die beiden anfänglich noch fest zusammenhängenden Teilstücke ungleichsinnige Knick- und Drehbewegungen, die zu einer fortschreitenden Verdünnung der Verbindung und schließlich zu einem gänzlichen Durchreißen des Fadens führen. Es kommen vorwiegend Zweiteilungen vor, jedoch wurde mitunter auch ein Zerfall besonders langer Spirochaeten in drei Teilstücke, die nicht ganz gleich lang zu sein brauchen, beobachtet. Eine Teilung in vier und fünf neue Individuen wurde ebenfalls beobachtet, jedoch verhältnismäßig selten.

Die Vermehrung der Spirochaeten erfolgt ausschließlich durch Querteilung. Erscheinungen, die mit einiger Begründung als Phasen einer Längsteilung gedeutet werden könnten, wurden nie beobachtet. Alle die zahlreichen Teilungsbilder, bei denen zwei Spirochaeten mit einem Ende ihrer Körper noch zusammenhängen, als Endstadien einer Längsteilung zu deuten, dürfte gezwungen erscheinen, wenn man von den übrigen Stadien eines solchen Vorganges nichts erkennen kann. Auch versagt diese Deutung gänzlich gegenüber dem nicht selten vorkommenden Zerfall einer Spirochaete in zwei ungleich lange Teilstücke oder in drei neue Individuen. Man sieht zwar nicht selten Spirochaeten, die der Länge nach umeinander gewickelt sind, streckenweise auch eng aneinander liegen. Aber diese Bilder haben immer ein unregelmäßiges Gepräge, wie es dem biologisch so wichtigen Teilungsvorgang nicht eigen ist, und sind jedenfalls nicht als Längsteilungen anzusprechen, sondern wahrscheinlich immer nur der Beginn von Haufenbildungen, zu der die Weilsche Spirochaete wie auch die anderen Spirochaeten in manchen Kulturflüssigkeiten besondere Neigung zeigt. Daß Bilder einer Querteilung durch einfaches Verkleben der Enden von Spirochaeten gelegentlich vorgetäuscht werden können, ist theoretisch wohl möglich, jedoch habe ich einen solchen Vorgang bei der Weilschen Spirochaete bisher nur selten beobachtet. Bei den anderen

Spirochaetenarten, deren Körperenden weniger lebhaft beweglich sind, finden derartige Verklebungen häufiger statt.

Neben den einzelnen und in Teilung begriffenen Keimen finden sich in der Serumkultur der Weilschen Spirochaete Haufen- und Knäuelbildungen als sehr charakteristische Erscheinungsform. Oft ist eine große Zahl von Individuen zu Knäueln vereinigt, die häufig einen regelmäßigen Bau erkennen lassen, indem von einem dichter verfilzten Zentrum nach der Peripherie des Knäuels radiär gerichtete Spirochaetenfäden nach allen Seiten ausstrahlen, die sämtlich in lebhafter Bewegung begriffen sind, so daß der Spirochaetenhaufen das Bild eines rotierenden Sternes abgibt. In manchen Kulturen herrschen diese Bildungen geradezu vor, in anderen Fällen treten sie gegenüber den Einzelindividuen zurück; auch sind sie in den ersten Tagen nach der Übertragung der Kultur in einen neuen Nährboden häufiger und regelmäßiger zu finden als später. Der Umstand, daß diese sternförmigen Knäuel in einigen Serumproben ganz besonders zahlreich auftreten, in anderen seltener sind, spricht dafür, daß ihre Entstehung vielleicht mit der agglomerierenden Wirkung des als Nährboden benutzten Serums zusammenhängt. Der regelmäßige Bau der Haufen wiederum läßt daran denken, daß es sich um eine besondere Wuchsform der Keime, gewissermaßen eine Kolonienbildung im flüssigen Medium handelt. Im allgemeinen ist die Knäuelbildung einem reichlichen Wachstum der Keime nicht förderlich. In Kulturröhrchen, in denen die Spirochaeten in den ersten Tagen nach der Beimpfung vorwiegend in der Form kleiner Haufen und Sterne nachweisbar sind, beginnt ein reichliches Wachstum meist später als in solchen Proben, in denen die Keime von vornherein vorwiegend isoliert auftreten. Häufig lassen Dunkelfeldpräparate in der Umgebung dieser Sternknäuel eine besonders große Menge einzeln liegender gut beweglicher Keime erkennen. Diese Erscheinung kommt wahrscheinlich dadurch zustande, daß die Verbindung der Spirochaeten an den Randteilen der Knäuel weniger fest ist als weiter nach der Mitte zu, so daß ein Teil der peripher gelegenen Keime durch den Druck des Deckgläschens von der Hauptmenge des Haufens abgelöst wird.

Befindet sich eine Kultur der Weilschen Spirochaete in späteren Entwicklungsstadien, so beobachtet man darin, wie schon erwähnt wurde, ebenfalls Haufenbildungen, durch die schon mit bloßem Auge sichtbare Trübungen des Kulturmediums hervorgerufen werden können. Diese Spirochaetenhaufen sind von den Sternknäueln, die in jungen Kulturen auftreten, ganz verschieden; sie sind viel größer, sehr locker und regellos gebaut und enthalten neben gut beweglichen Keimen mehr oder weniger zahlreiche unbewegliche und in Degeneration begriffene Spirochaeten.

Den Beginn von Degenerationsvorgängen erkennt man zuerst an Veränderungen der Beweglichkeit der Spirochaeten. Die Schnelligkeit der Rotation läßt nach, es erfolgen schließlich nur wenige träge Umwälzungen in der Minute. Auch die Art der Bewegung zeigt in diesem Stadium vielfach ein anderes Bild, indem die sonst auch in voller Bewegung im ganzen gestreckt bleibende Spirochaete unregelmäßige, wurmartige Krümmungen vollführt, an denen manchmal nur noch einzelne Abschnitte des Spirochaetenleibes teilnehmen. Schließlich hört jede aktive Bewegung auf, und der Keim bildet nun entweder einen an den Enden hakig gebogenen oder vollkommen

gestreckten ruhenden Faden. Das Aufhören der Bewegung ist aber noch kein sicheres Zeichen des eingetretenen Todes.

Solange die normale Form der Spirochaete erhalten ist, solange also die Endhaken noch zu erkennen sind, kann unter geeigneten Verhältnissen, besonders im Tierkörper, noch immer wieder eine Rückkehr zur vollen Lebensfähigkeit stattfinden. Stellt die Spirochaete aber erst einen gestreckten Faden dar, so ist sie zur weiteren Entwicklung nicht mehr fähig. In diesem Stadium erscheint der Keim etwas länger als in seinem normalen Zustande wegen der Streckung seines Leibes und der Abnahme seines Querdurchmessers. Solche Fäden sind außerordentlich zarte, schwach lichtbrechende Gebilde, die meist nadelartig starr erscheinen und an den Enden spitz zulaufen. Sie haben mit der lebenden Spirochaete keine Ähnlichkeit mehr.

In Degeneration begriffene Keime haben die Neigung, körnige Elemente des Nährsubstrates an sich haften zu lassen, so daß sie mitunter fast wie mit einem Mantel solcher Körnchen umgeben erscheinen. Daneben aber bilden sie auch körnige Verdickungen aus ihrer eigenen Leibessubstanz, die ihnen mitunter seitlich, wie Knospen, ansitzen. Oft liegen solche Knoten auch nach Art einer Spore im Verlauf des Fadens, besonders bei den gestreckten Formen, manchmal in Mehrzahl in einem einzelnen Faden. Die körnigen Bildungen sind etwas stärker lichtbrechend als der Spirochaetenfaden und treten im Dunkelfelde als leuchtende Punkte hervor. Zu der Annahme, daß sie irgendwie in den normalen Entwicklungskreis der Spirochaete hineingehören, etwa als Dauerformen anzusprechen sind, liegt aus unseren Untersuchungen kein Grund vor. Diese Körner sind nach unserer Auffassung nur Produkte der Degeneration und des Zerfalles des Spirochaetenleibes. Neben den mit Spirochaetenfäden noch in Zusammenhang stehenden Körnern findet man in alten Kulturen auch frei in der Nährflüssigkeit schwimmende entsprechende Bildungen. Besonders reichlich sind sie auch in den Haufen enthalten, zu denen sich die Spirochaeten in alten Kulturen zusammenballen. In sehr alten Kulturröhrchen findet man vielfach noch Haufen, die nur aus solchen leuchtenden Körnchen zusammengesetzt sind. Derartige Kulturen sind nach unseren bisherigen Erfahrungen weder fortpflanzungsfähig noch infektiös.

Die biologisch wichtigste Eigenschaft der Kultur der Weilschen Spirochaete ist darin gegeben, daß sie ihre Virulenz für Versuchstiere wenigstens während einer beträchtlichen Reihe von Nährbodenpassagen in vollem Umfange beibehält. Die 15. Serumkultur ergab noch mit einer Verdünnung von 1:1000000 beim Meerschweinchen positive Infektionsresultate. Die Tiere erlagen unter den für die Infektion charakteristischen Erscheinungen. Aber nachdem die Kultur 40 Nährbodenpassagen durchgemacht hatte, und vier Monate im Reagensglas gehalten worden war, konnte sie selbst bei der intraperitonealen Einspritzung von 1 ccm, trotz der Gegenwart reichlicher, gut beweglicher Keime, Meerschweinchen nicht mehr töten. Die Keime gingen indessen nicht etwa bald nach der Infektion zugrunde, wie es bei avirulenten Cholerakulturen der Fall ist, sondern sie hielten sich mehrere Tage lebend im Peritoneum und zeigten auch eine gewisse Vermehrung. Durch einige Überimpfungen von Tier zu Tier gelang es leicht, die Virulenz dieser Kulturkeime auf

einen der ursprünglichen etwa entsprechenden Grad zu bringen. In einem Versuche mit einer besonders üppig gewachsenen Kultur der 60. Reagensglaspassage gelang es auch ohne vorherige Virulenzsteigerung, Meerschweinchen durch intraperitoneale Injektion von 1 ccm Kulturflüssigkeit im Verlaufe von sechs Tagen zu töten. Die Tiere zeigten aber nicht den für die Infektion so charakteristischen Ikterus. Noch bemerkenswerter war die Veränderung der pathogenen Eigenschaften bei Kulturspirochaeten der 150. bis 160. Nährbodenpassage. Auch diese Keime erwiesen sich von vornherein als nicht völlig avirulent, sie riefen bei intraperitonealer Einspritzung von 1 ccm Kulturflüssigkeit beim Meerschweinchen regelmäßig eine mitunter durch drei Wochen sich hinziehende Infektion und erhebliche peritonitische und allgemeine Krankheitserscheinungen hervor. Aber die Infektion führte in der Regel nicht zum Tode, auch nicht, nachdem der Stamm eine erhebliche Anzahl von Tierpassagen durchgemacht hatte. Etwas schneller erhielten wir einen mit einiger Regelmäßigkeit, wenn auch verspätet tötenden Stamm beim Ausgang von einer zuvor auf 40° erwärmten Kultur der 165. Passage. Das anatomische Bild solcher subchronischer Erkrankungen durch abgeschwächte Kulturen weicht von dem Befund bei Infektionen mit virulenten Keimen insofern ab, als die Leberveränderungen ganz zurücktraten und neben dem meist schwachen Ikterus hämorrhagische Exsudationen in den serösen Höhlen, Ekchymosen in der Haut und besonders auf der Lungenoberfläche und ein beträchtlicher Milztumor sowie allgemeine Drüsenschwellung das Bild beherrschten.

Daß durch die Kultivierung eine Beeinflussung der biologischen Eigenschaften der Weilschen Spirochaete stattfindet, ist somit nicht zu leugnen. Die Verwendbarkeit der Kultur zu biologischen Versuchen wird dadurch aber nicht wesentlich beeinflußt, da sich die Virulenz der Keime bei nicht zu starker Abschwächung leicht wieder heben läßt. Inwieweit sich etwa solche durch langdauernde Kultivierung gewonnene avirulente Kulturen zu Immunisierungszwecken eignen, ist Gegenstand weiterer Untersuchungen.

Die Weilsche Spirochaete ist im Gesundheitsamte jetzt länger als 2 Jahre hindurch in Serum kultiviert worden und befindet sich gegenwärtig in der 200. Nährbodenpassage. Es hat keine Schwierigkeit gehabt, die Kultur auch auf weitere Strecken hin zu versenden. Sie langte am Bestimmungsorte meist lebend und in fortpflanzungsfähigem Zustande an. Die Verwendungsfähigkeit einer solchen Kultur ist also die gleiche wie die einer Bakterienkultur und nach den vorliegenden Ergebnissen darf angenommen werden, daß sie sich auch als ein ebenso dauerhafter Erwerb unserer Kulturensammlung von Krankheitserregern erweisen wird.

Die Ergebnisse der Züchtungsversuche mit der Spirochaete der Weilschen Krankheit lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

Es ist gelungen, den Erreger im frischen, inaktivierten Serum verschiedener Tierarten, am besten in Kaninchenserum, unter Luftabschluß durch steriles, flüssiges Paraffinöl ohne Schwierigkeit zur Vermehrung zu bringen und bei stetiger Zunahme der Üppigkeit der Reinkultur länger als 2 Jahre in 200 Kulturpassagen fortzupflanzen. Die Übertragung der Kultur erfolgt am besten mittels steriler, mit einem Gummisauger

beschickter Glaskapillaren in 5—10tägigem Abstande. Das Wachstum der Keime beginnt nach 24—48 Stunden und erreicht in einer Temperatur von 37° in etwa 5—10 Tagen seinen Höhepunkt. Die Kultur wächst sehr gut auch bei 30° und bleibt bei Aufbewahrung in Zimmertemperatur längere Zeit, mitunter sogar monatelang lebensfähig und infektionstüchtig. Die Virulenz der Serumkultur fürs Meerschweinchen ist bedeutend, unterliegt aber beträchtlichen Schwankungen, die sich indessen durch Tierpassagen wieder ausgleichen lassen.

Nach den an der Kultur erhobenen Befunden handelt es sich bei der Weilschen Spirochaete um einen durchaus monomorphen Mikroorganismus, der sich ausschließlich durch Querteilung vermehrt. Alle von der — bei der genaueren Untersuchung spiralig gewundenen — Fadenform abweichenden Bilder, in denen die Kulturspirochaete erscheinen kann, sind als Degenerationsprodukte zu deuten, die mit dem normalen Entwicklungsgang des Keimes nichts zu tun haben und für die Fortpflanzung der Spirochaeten ohne Bedeutung sind.

Züchtung der Spirochaeta gallinarum.

Für die Kultivierung der Hühnerspirochaete, die bald nach den ersten positiven Ergebnissen beim Erreger der Weilschen Krankheit aufgenommen wurde, wurde nach den hierbei gewonnenen Erfahrungen als Nährflüssigkeit von vorneherein nur reines Serum in Betracht gezogen. In der Annahme, daß das Serum einer Tierart, an welche die Spirochaete als Parasit am besten angepaßt ist, ihrer Vermehrung auch im Reagensglase die günstigsten Bedingungen bieten dürfte, wurde an erster Stelle Hühnerserum als Kultursubstrat verwendet, gleichzeitig aber versuchsweise auch Meerschweinchen- und Kaninchenserum.

Die Zubereitung des Serums erfolgte in derselben Weise, wie es für die Kultur der Weilschen Spirochaete beschrieben worden ist. Das konzentrierte Serum wurde nach steriler Entnahme und Absetzung in einer Menge von 1,5 ccm in 9 mm weite Reagensgläschen gefüllt, 30 Minuten auf 58—60° erhitzt, mit sterilem Paraffinöl überschichtet und nach der Abkühlung mit einigen Tropfen des steril entnommenen, infizierten Hühnerblutes mittels steriler Glaskapillaren beimpft.

Es zeigte sich, daß die Spirochaeten in allen drei Serumarten zunächst am Leben blieben; sie wiesen noch nach 24stündiger Bebrütung bei 37° volle Beweglichkeit auf. Ihre Zahl war in dieser Zeit im Hühnerserum und im Meerschweinchenserum etwa die gleiche geblieben wie unmittelbar nach der Beimpfung, im Kaninchenserum dagegen schien sich bei genauer Zählung bereits eine gewisse Zunahme der Keimzahl bemerkbar zu machen. Noch deutlicher war der Unterschied in der Keimzahl am zweiten Tage, an welchem die Zahl der Spirochaeten im Kaninchenserum bereits verdoppelt erschien, während sie in den beiden anderen Serumarten eher zurückgegangen war. Auch waren im Hühner- und Meerschweinchenserum eine Menge unbeweglicher Spirochaeten zu erkennen, während die Keime im Kaninchenserum alle in lebhafter Bewegung begriffen waren. Am dritten Tage wurden 0,2 ccm der ersten

Kaninchenserumkultur in neue Nährflüssigkeiten verimpft, und zwar wiederum in Kaninchen-, Meerschweinchen- und Hühnerserum. Das Ergebnis war das gleiche wie beim ersten Kulturversuch: auch jetzt trat im Kaninchenserum nach 48 Stunden eine deutliche Vermehrung der Keime zutage, im Meerschweinchen- und Hühnerserum war in der gleichen Zeit eher eine Abnahme und teilweise Erstarrung der Spirochaeten eingetreten.

Nachdem auch die wiederum nach drei Tagen angelegte dritte Kulturpassage ein gleichsinniges Ergebnis geliefert hatte, durfte die Möglichkeit einer Fortzüchtung des Erregers im reinen Serum als sichergestellt angesehen werden. Da Kaninchenserum als Nährboden die besten Resultate geliefert hatte, und leicht und sicher in beliebiger Menge steril zu gewinnen ist, wurde es weiterhin ausschließlich zur Fortzüchtung der Kultur verwendet und Versuche mit anderen Kulturmedien als praktisch belanglos unterlassen.

Das Serum eignet sich wie bei der Weilschen Spirochaete in vollkommen klarem, von zelligen Elementen freiem Zustande am besten zur Züchtung der Spirochaeta gallinarum. Jedoch ist ein geringer Gehalt des Serums an Blutkörperchen für die Entwicklung der Kultur nicht schädlich. Die Kulturflüssigkeit muß ferner unbedingt steril sein; eine noch so geringfügige Verunreinigung mit den gewöhnlichen Fäulniserregern schließt die Vermehrung der Keime vollkommen aus. Die Inaktivierung des Serums muß nach unseren bisherigen Erfahrungen möglichst ausgiebig erfolgen; aktives Serum schädigt die Lebensfähigkeit der Hühnerspirochaete in viel höherem Grade als die des Erregers der Weilschen Krankheit, und es konnte in solchem Serum auch ein verspätetes Wachstum der Keime bisher nicht erzielt werden. Der Abschluß der Nährflüssigkeit gegen die Luft ist bei der Hühnerspirochaete gleichfalls in höherem Grade erforderlich als bei der Weilschen Spirochaete. Während dieser Keim ein gewisses Wachstum auch in Serum zu entfalten vermag, das dem Luftzutritt ausgesetzt ist, konnte bei der Hühnerspirochaete eine Vermehrung in Serumröhrchen ohne Paraffinüberschichtung bisher nicht beobachtet werden. Jedoch gehen die Keime im Serum bei Luftzutritt nur allmählich zugrunde und einzelne bleiben sogar tagelang beweglich und daher wohl auch lebensfähig.

Auch in ihrer Empfindlichkeit gegen bisher noch nicht näher ermittelte, schädigende Einflüsse des Serums mancher Tiere zeigte sich die Hühnerspirochaete etwas empfindlicher als der Erreger der Weilschen Krankheit. Während der Fortpflanzung der Kultur durch 2 Jahre und 140 Kulturpassagen gelang die Überimpfung der Kultur nicht auf das Serum von drei Kaninchen, während eine 24 Stunden oder zwei Tage später vorgenommene Übertragung des gleichen Materials auf das Serum eines anderen Kaninchens üppig entwickelte Kulturen ergab. Auch wiederholte Beimpfung der Kaninchenserumproben, in denen kein Wachstum der Keime erfolgt war, hatten kein besseres Ergebnis. Spätere Versuche zeigten, daß diese Störungen vermieden werden können, wenn man das Serum möglichst junger Tiere als Kulturmaterial benutzt; in solchem gingen die Passagen ausnahmslos ohne Schwierigkeit und vollkommen sicher an. Es empfiehlt sich aber, die neubeimpften Kulturröhrchen nach 24 Stunden zu kontrollieren, um bei etwa vorgekommener Verunreinigung durch Bakterien von der alten Kultur sogleich neue Serumröhrchen zu beimpfen.

Bis zur 22. Passage wurden die Kulturen der Hühnerspirochaete dauernd bei 37 ° gehalten. Später aber, nachdem sich gezeigt hatte, daß die Weilsche Spirochaete gegen niedrigere Temperaturgrade durchaus nicht empfindlich ist, wurde versucht, auch die Hühnerspirochaetenkultur in niederen Temperaturen zu züchten. Bei 20 ° wurde ein nennenswertes Wachstum der Keime nicht beobachtet. In einer Temperatur von 25 ° halten sich die Erreger längere Zeit gut beweglich und lassen auch eine gewisse Zunahme ihrer Zahl erkennen. Bei 30 ° aber tritt eine ebenso starke Vermehrung ein wie bei 37 °, und es erfolgt auch keine wesentliche Verzögerung im Beginne des Wachstums der Kultur. Die Züchtung der Spirochaeta gallinarum bei 30° ist insofern besonders vorteilhaft, weil die Lebensdauer der Keime dabei erheblich länger ist als bei 37 °. Man erhält daher bei 30 ° Kulturen, die reicher an lebhaft beweglichen Individuen sind als Kulturen, die bei 37 ° wuchsen, und man kann ferner die Überimpfungen in etwas größeren Zwischenräumen vornehmen. Die Kulturen bleiben auch für biologische Versuche länger in brauchbarem Zustande. Aus diesen Gründen wurden die Kulturen seit der 23. Kulturpassage dauernd bei 30 ° aufgehoben.

Für die bloße Fortzüchtung der Hühnerspirochaete sind Reagensgläschen von 9 mm Weite, mit etwa 1,5—2 ccm Serum beschickt, am besten geeignet. Es gelingt aber ohne Schwierigkeit, auch größere Mengen von Serum, 20—30 ccm in gewöhnlichen Reagensröhrchen von der Hühnerspirochaete durchwachsen zu lassen. Zur Beimpfung solcher Mengen von Nährflüssigkeit verwendet man tunlich auch ein größeres Quantum der Ausgangskultur, doch geben auch kleinste Kulturmengen bei der Übertragung noch positive Ergebnisse, wenn es auch etwas länger dauert, bis sich unter diesen Umständen in der neuen Kultur ein starkes Wachstum einstellt.

In der Regel ist in frisch beimpften Röhrchen schon nach 24 Stunden eine deutliche Vermehrung der Keime zu erkennen. Die Zunahme der Keimzahl schreitet meist geradlinig fort; eine Verminderung der Keime nach der Einsaat, wie sie bei der Weilschen Spirochaete manchmal beobachtet wurde, trat bei der Hühnerspirochaete nicht deutlich hervor. Die höchste Zahl gut beweglicher Keime wird beim Wachstum in einer Temperartur von 30 ° in etwa 3—7 Tagen erreicht. Im Laufe der Fortzüchtung der Hühnerspirochaete ist die Zahl der Keime, die sich in einer optimal entwickelten Kultur befanden, dauernd gestiegen; während anfänglich günstigstenfalls bei einer Vergrößerung von 1 : 250 nur 4—5 Spirochaeten im Gesichtsfelde des Dunkelfeldes gezählt werden konnten, waren in einer üppig entwickelten Kultur der 40. Passage deren 15—20, zu erkennen. Später gelang es Kulturen von noch größerem Keimreichtum zu erhalten, so daß die Kulturflüssigkeit an Keimgehalt kaum hinter dem Blut eines maximal infizierten Huhnes zurückblieb.

Die Überimpfungen gelingen am besten, wenn eine in lebhafter Teilung begriffene Kultur in ein neues Substrat übertragen wird. Die Ergebnisse sind daher am regelmäßigsten, wenn die Überimpfungen alle 4—5 Tage vorgenommen werden, bevor noch das Maximum der Keimzahl erreicht worden ist. Die Übertragung des Kulturmaterials geschieht wie bei der Weilschen Spirochaete mittels steriler Glaskapillaren. Wie schon erwähnt wurde, genügen bereits kleine Mengen zur Erzeugung einer neuen Kultur; will man aber ein schnelles Wachstum erhalten,

so werden besser Mengen von etwa 0,2 ccm in 2 ccm des neuen Nährbodens überimpft.

Die Lebensdauer der Hühnerspirochaeten in der Serumkultur ist erheblich kürzer als die der Weilschen Spirochaete. Vom achten Tage ab, mitunter auch schon früher, finden sich in den Kulturen neben den beweglichen Keimen einzelne starre Exemplare. Die Zahl derselben nimmt schnell zu und häufig findet man schon wenige Stunden, nachdem noch eine beträchtliche Anzahl gut beweglicher Keime in einer Kultur nachweisbar gewesen war, nur noch unbewegliche, starre Spirochaeten. Solche Kulturen liefern bei der Überimpfung nur noch selten ein gutes Ergebnis. Ein positives Resultat bei der Überimpfung wurde bisher höchstens noch mit zwei Wochen alten Kulturen erzielt. Wird die Kultur, nachdem sie das Optimum ihrer Entwicklung bei 30 oder 37° erreicht hat, in Temperaturen von 15—17° gehalten, so bleiben die Keime etwas länger beweglich und demnach auch lebensfähig. In 3 bis 4 Wochen alten Kulturen wurden bisher aber auch unter diesen Bedingungen bewegliche Keime nicht mehr gefunden.

Die Hühnerspirochaete behält in der Serumkultur ebenfalls ihre Virulenz für empfängliche Tiere bei. Infektionsversuche am Huhn, die mit der 5., der 20. und der 40. Kulturpassage vorgenommen wurden, hatten regelmäßig ein positives Ergebnis. Eine Verschiebung der Pathogenität der Spirochaeta gallinarum durch die Züchtung in dem für den Erreger biologisch fremdartigen Kaninchenserum in dem Sinne, daß die im Kaninchenserum gewachsene Kultur etwa pathogene Eigenschaften fürs Kaninchen gewinnt, ist nicht erfolgt. Für das Huhn dagegen ist der Kulturstamm ebenso virulent, wie er es vor dem Beginne der Kultivierung war und auch bei der Aufbewahrung im Zeckenkörper geblieben ist.

Auch bei reichlichem Wachstum der Keime ist eine Serumkultur der Spirochaeta gallinarum bei makroskopischer Betrachtung durch nichts von sterilem Serum zu unterscheiden. Die Nährflüssigkeit bleibt vollkommen klar, verändert ihre Farbe nicht und entwickelt auch keinen besonderen Geruch. Die Keime durchsetzen in nicht zu alten Kulturen die ganze Serumsäule in annähernd gleicher Verteilung.

Nur in alten Kulturen macht sich manchmal im untersten Teil des Nährbodens eine reichlichere Ansammlung von Spirochaeten bemerkbar und in Fällen, in denen eine besonders üppige Vermehrung der Keime eingetreten war, zeigte sich in diesem unteren Teil eine geringe opaleszierende Trübung der Nährflüssigkeit, die wohl durch die dichte Ansammlung der Spirochaeten bedingt war.

Die Hühnerspirochaete behält in der Kultur ihre Gestalt vollkommen bei. Die Länge der Keime ist durchschnittlich etwas größer als die der Weilschen Spirochaete, zeigt aber bei den einzelnen Individuen nicht unerhebliche Verschiedenheit. Es kommen Individuen mit kleineren und größeren Windungszahlen nebeneinander vor. Der Unterschied in der Windungszahl von Spirochaeten, die noch nicht in Teilung begriffen sind, kann etwa bis zum dreifachen Werte der bei kurzen Formen zu zählenden Windungen schwanken. Bei Individuen, die sich teilen, kommen noch größere Differenzen vor und gelegentlich wurde bei solchen Spirochaeten eine das Durchschnittsausmaß sogar ums fünffache übertreffende Länge festgestellt. Die

Windungen des Spirochaetenleibes sind auch in der Kultur beträchtlich gröber als bei der Weilschen Spirochaete und treten im Dunkelfelde stets deutlich hervor. Auch ist der Winkel, den die Windungen miteinander bilden, etwas größer als beim Erreger der Weilschen Krankheit.

Die Hühnerspirochaete ist in der Kultur sehr lebhaft beweglich. Die am häufigsten vorkommende Bewegungsform ist die für die Mehrzahl der pathogenen Spirochaeten so charakteristische, schraubenförmige Rotation des Keimes um die Längsachse seines Körpers. Steht ein Organismus vor der Teilung, so gesellt sich zu dieser Schraubenbewegung noch ein Hin- und Herpendeln der beiden Teilstücke um den Teilungspunkt.

In den späteren Nährbodenpassagen der Hühnerspirochaete und besonders in älteren Kulturen zeigten die Keime häufig eine sehr eigenartige Bewegungsform, bei welcher die Windungen des Spirochaetenleibes, wie es scheint, nicht stabil bleiben, sondern sich für einen Augenblick in größere und kleinere Schlingen umlegen. Diese Bewegung verläuft in der Weise, daß eine Spirochaete, die vorher in der gewöhnlichen Rotation begriffen war, plötzlich die beiden Enden ihres Körpers in der Linie der Längsachse nähert, so daß sich der Spirochaetenfaden in hin- und herlaufende Bogen legen muß, die in der Mitte am höchsten, nach den Enden hin flacher werden. Nachdem die Spirochaete einen Augenblick in dieser geschlängelten Form verharrte, schnellt sie plötzlich wieder auseinander und nimmt ihre ursprüngliche Länge, die geringelte Form und rotierende Bewegung wieder an. Da diese eigenartige Veränderung der Körperform nur in älteren Kulturen beobachtet wurde, ist anzunehmen, daß auch sie auf degenerativen Vorgängen im Spirochaetenkörper beruht. Immerhin aber kann diese Art der Bewegung der Spirochaeten für die Auffassung ihres feineren Baues von Wichtigkeit sein.

Auch in der Serumkultur behält die Spirochaeta gallinarum als einzige Vermehrungsart die Querteilung bei. Bilder von Teilungen sind in drei oder vier Tage alten Kulturen sehr häufig, mitunter bei fast allen Individuen zu beobachten und machen sich durch die meist in der Mitte des Spirochaetenfadens gelegene, schwächer lichtbrechende, dünner ausgezogene Stelle bemerkbar, an welcher der Spirochaetenfaden durchreißen soll. Der Trennung gehen nicht so gewaltsame, entgegengesetzt gerichtete Bewegungen voraus, wie bei der Weilschen Spirochaete, sondern nur das schon erwähnte Pendeln der beiden Teilstücke um den Teilungspunkt. Die Aufteilung größerer Spirochaetenfäden in mehrere Teilstücke kommt bei der Hühnerspirochaete sehr häufig vor. Vierteilungen sind nicht selten zu finden und auch der Zerfall eines längeren Fadens in fünf neue Individuen wurde wiederholt beobachtet.

Auch die Hühnerspirochaete bildet in der Serumkultur sternförmige Knäuel, die in ihrem Bau den bei der Weilschen Spirochaete beschriebenen Bildungen entsprechen. Diese Knäuel setzen sich ebenfalls in der Weise zusammen, daß die Keime mit einem Ende ihres Körpers im Mittelpunkt des Klumpens fest verschlungen sind, mit dem anderen dagegen radiär fortstreben, so daß das ganze Gebilde eine morgenstern- oder stechapfelartige Gestalt erhält, die wegen der gestreckten Haltung der einzelnen Keime noch regelmäßiger und starrer erscheint als bei der Weilschen Spirochaete.

Die an der Peripherie des Knäuels hervortretenden Keime zeigen meistens noch deutliche und lebhafte Rotationsbewegungen. Diese Sternknäuel treten meist erst auf, wenn die Kultur schon in regem Wachstum begriffen ist, also etwa am sechsten Tag nach der Beimpfung der Nährflüssigkeit. Die Bildung der Knäuel erfolgt nicht regelmäßig, sie sind bald häufig, bald vermißt man sie gänzlich. Vielleicht sind bei ihrer Entstehung besondere agglomerierende Eigenschaften des als Kultursubstrat benutzten Serums von wesentlichem Einfluß.

Die Formveränderungen der degenerierenden Hühnerspirochaeten halten sich im allgemeinen in dem für den Erreger der Weilschen Krankheit beschriebenen Bilde. Im Gegensatz zu dem letzteren Keim, dessen Form sich erst verändert, wenn seine Bewegung erloschen ist, zeigt die der Degeneration entgegengehende Spirochaeta gallinarum, auch wenn sie sich noch bewegt, charakteristische Formveränderungen. Vor allem kennzeichnet sich der beginnende Zerfall durch das Auftreten rundlicher oder ovaler Körner, die auf der Höhe der Windungen des Spirochaetenkörpers aufzutreten pflegen und oft in Mehrzahl an einem Spirochaetenfaden sich ausbilden. Diese Körner finden sich nie bei Keimen, die in lebhafter Bewegung oder in Teilung begriffen sind, sondern immer nur bei mangelhaft beweglichen und ganz besonders bei starren, dem Zerfall entgegengehenden Spirochaeten. Von Dauerformen zu sprechen liegt bei diesen Bildungen nach unserer Ansicht kein Grund vor. Mit dem Verlust der Bewegung verändert sich die Form der Spirochaete viel schneller, als es bei der Weilschen Spirochaete der Fall ist. Der starre Keim streckt sich sehr bald, verliert seine Windungen und erscheint schließlich als ein äußerst zarter, schwach lichtbrechender, gerader oder geknickter Faden. Diese Fäden verklumpen leicht miteinander und finden sich in alten Kulturen in großen Haufen am Boden der Kulturröhrchen, mehr oder weniger stark mit Körnchen vereinigt, in die sich die Fäden wie bei der Weilschen Spirochaete zum Schlusse auflösen.

Zusammengefaßt ergeben die Versuche mit der Spirochaeta gallinarum, daß es gelang, den Erreger in sterilem, inaktiviertem Kaninchenserum unter Luftabschluß zum Wachstum zu bringen und ihn 2 Jahre lang durch 140 Nährbodenpassagen ohne Unterbrechung fortzupflanzen. Während der Dauer der Kultivierung haben die Keime alle biologischen Merkmale, ihre Gestalt, ihre Beweglichkeit und ihre Virulenz bewahrt. Das Wachstum der Spirochaete erfolgt gleich gut bei 30 und bei 37°, ihre Lebensdauer ist aber bei 30° wesentlich länger als bei höherer Temperatur, so daß sich die Züchtung bei 30° mehr empfiehlt. Die Spirochaeten befinden sich in der Kultur etwa vom zweiten Tage nach der Beimpfung der Kulturröhrchen an in lebhafter Teilung, die ausschließlich der Quere nach erfolgt und vielfach nur zwei, häufig aber auch drei und vier, mitunter sogar fünf und sechs neue Individuen zu liefern vermag. Neben den charakteristischen, schraubenförmigen Drehbewegungen zeigte die Spirochaeta gallinarum in späteren Kulturpassagen auch ein eigentümliches Zusammenziehen und Auseinanderschnellen des Körpers, besonders in älteren Kulturen. Die Hühner-

spirochaete bildet häufig ähnliche sternförmige Drusen und Knäuel, wie sie in den Serumkulturen der Spirochaete der Weilschen Krankheit beobachtet werden können.

Züchtung der Spirochaeta duttoni und der Spirochaeta obermeieri.

An dritter Stelle versuchte ich mittels derselben Methode auch die Züchtung der Rückfallfieberspirochaete durchzuführen. Die Kultivierung dieses Erregers ist, wie schon erwähnt wurde, bisher nur Noguchi gelungen. Wir haben bei unseren Züchtungsversuchen mit der Recurrensspirochaete im ganzen die gleiche Technik innegehalten, wie sie oben für die Weilsche und die Hühnerspirochaete beschrieben wurde. Als Nährsubstrat wurde anfänglich Menschen-, Meerschweinchen-, Mäuse und Kaninchenserum benutzt. Das Ausgangsmaterial für die ersten Kulturen lieferte ein in der Maus fortgepflanzter Stamm des afrikanischen Recurrenserregers.

Schon der erste Versuch machte es wahrscheinlich, daß die Züchtung auch der Recurrensspirochaete in reinem Serum möglich sein werde. 24 Stunden nach der Beimpfung der Kulturröhrchen hatte sich die Zahl der Keime im Menschen- und besonders im Kaninchenserum bei 37° bedeutend vermehrt. Die Spirochaeten zeigten lebhafte Bewegung und bei vielen von ihnen waren Teilungsvorgänge zu erkennen. Aber nach weiteren 24 Stunden war eine Zunahme der Vermehrung der Keime nicht festzustellen und zahlreiche Spirochaeten erschienen jetzt bereits starr und mit den seitlich ansitzenden Knöpfen behaftet, die bei der Hühnerspirochaete als Zeichen der beginnenden Degeneration erkannt worden waren.

Es wurden daher am zweiten Kulturtage Überimpfungen von etwa 0,2 ccm der ersten Kultur auf neues Serum vorgenommen, und zwar wurden die in Kaninchenserum befindlichen Keime wieder in dieses Serum, die Menschenserumkultur in Menschenserum übertragen. Die in Meerschweinchen- und Mäuseserum eingebrachten Spirochaeten waren nach 48 Stunden bereits alle unbeweglich, so daß weitere Übertragungsversuche mit diesen Kulturproben als aussichtslos unterlassen wurden. Die neuen Kulturen zeigten indessen keine Wachstumsneigung, die Mehrzahl der Spirochaeten erschien 24 Stunden nach der Übertragung in den neuen Nährboden starr und geknöpft, einzelne aber, besonders von den in Kaninchenserum befindlichen, zeigten noch nach 48 Stunden Beweglichkeit. Überimpfungen von Kulturmaterial der zweiten Serumpassage in neuen Nährboden und eine nochmalige Übertragung der ersten, am fünften Tage noch lebende Keime enthaltenden Kulturen waren ergebnislos. Ein zweiter mit Menschen- und Kaninchenserum als Nährboden vorgenommener Kulturversuch mit Spirochaeta duttoni führte nicht weiter als der erste, ein dritter, in welchem als Nährmaterial nur Kaninchenserum verwendet worden war, ließ auch noch in der zweiten Kulturpassage eine gewisse Zunahme der Keime erkennen und lieferte selbst in der dritten Passage 72 Stunden nach ihrer Beimpfung eine gewisse Anzahl gut beweglicher Spirochaeten, die sich jedoch nach der Übertragung in neue Kulturflüssigkeit nicht weiter zu entwickeln vermochten.

Es zeigte sich in diesen Versuchen, daß die Spirochaeten in den mit Mäuseblut beschickten Originalkulturröhrchen in dem Blutkörperchenbodensatz am Grunde der

Röhrchen besonders lange am Leben blieben. Diese Beobachtung ließ es zweckmäßig erscheinen, dem im vierten Züchtungsversuch als Kulturmedium ausschließlich benutzten Kaninchenserum nach der Erhitzung und Abkühlung etwas Mäuseblut zuzusetzen. In einer solchen Nährbodenmischung gelang schließlich die Übertragung der lebenden Recurrensspirochaeten auch durch die vierte und fünfte Kulturpassage. Mittels genauer Auszählung der Keime konnte in diesen mit Blutkörperchen versetzten Serumnährböden bereits nach 48 Stunden eine zwar nicht erhebliche, aber doch zweifellose Vermehrung der Spirochaeten nachgewiesen werden. Nach weiteren 48 Stunden aber erhielt ich Keimzahlen, die den ursprünglichen Keimgehalt der Kulturröhrchen nach der Beimpfung um das 5—6fache übertrafen. Damit schien die Aufgabe der Züchtung der Rückfallfieberspirochaete gelöst; und in der Tat ist es gelungen, die beim vierten Versuch gewonnene Reinkultur ohne Unterbrechung durch mehr als sieben Monate und 52 Kulturpassagen fortzuzüchten, so daß einer dauernden Kultivierung auch dieses Erregers mittels der beschriebenen einfachen Züchtungsmethode nichts im Wege steht.

Durch die Beigabe einer gewissen Menge roter Blutkörperchen zum Serum wird die Kulturmethode nicht wesentlich kompliziert. Es zeigte sich, daß nicht nur dem Mäuseblut diese anregende Wirkung auf das Spirochaetenwachstum zukommt, sondern daß auch Blutkörperchen des Menschen und des Kaninchens in gleicher Weise wirken. Der Zusatz größerer Blutkörperchenmengen, etwa des zehnten Volumenteiles der zum Kulturversuch verwendeten Serummenge, wirkt eher hemmend auf die Entwicklung der Kultur und bedingt später einen beschleunigten Zerfall der Spirochaeten. Es genügt eine Blutkörperchenmenge zu verwenden, durch die das Kultursubstrat bei gleichmäßiger Durchmischung eine nur geringfügige Trübung erfährt. Übrigens wuchs der in den ersten Züchtungsversuchen verwendete Recurrensspirochaetenstamm, nachdem er eine Anzahl von Serumpassagen durchgemacht hatte, auch in reinem Serum ohne Blutzusatz. Aber der Grad der Vermehrung der Keime war darin anfänglich doch geringer als in einem Gemisch von Blutkörperchen und Serum, so daß sich für die Fortzüchtung dieses Stammes die Verwendung eines Gemisches von Blutkörperchen mit Serum empfahl.

Bei einem später in gleicher Weise in Versuch genommenen Stamm des europäischen Recurrensfiebers gestaltete sich die Gewinnung der Reinkultur wesentlich einfacher. Der Keim wuchs beim ersten Versuch in Kaninchenserum sogleich sehr üppig, auch ohne die Zugabe von Blutkörperchen, und wurde in reinem Kaninchenserum 80 Kulturgenerationen und 13 Monate ohne Mühe fortgepflanzt. Die Reinkulturen dieses Stammes zeichneten sich vielfach durch eine außerordentlich große Keimzahl aus, die selbst den Individuenreichtum gut entwickelter Kulturen der Hühnerspirochaete, hinter der die Kultur der Spirochaete des afrikanischen Rückfallfiebers immer wesentlich zurückblieb, noch übertraf.

Für die Kultivierung im Reagensglase scheinen sich demnach die verschiedenen Stämme der Rückfallfieberspirochaete ungleichartig zu eignen. Einige finden in der Kultur leicht die Bedingungen zu üppiger Vermehrung, andere wachsen zögernd und spärlich. Der Zusatz von Blutkörperchen zum Serum fördert die Vermehrung schlecht wachsender Stämme, ist aber keine notwendige Vorbedingung für das Wachstum der Recurrensspirochaete im Serumnährboden.

Gegen die schon bei der Weilschen Spirochaete erwähnten schädigenden Einflüsse des Serums mancher Tiere ist die Recurrensspirochaete in den Kulturen besonders empfindlich. Es empfiehlt sich bei der Kultivierung dieses Erregers nur Serum möglichst junger Tiere zu benutzen, da dieses in der Regel weder die Beweglichkeit der Spirochaeten durch Agglomeration hemmt noch ihre Degeneration beschleunigt. Von Wichtigkeit ist die gänzliche Vernichtung des Komplements in dem zur Züchtung benutzten Serum. Ebenso muß der Luftabschluß des Nährmaterials mit besonderer Sorgfalt durch eine möglichst hohe Paraffinölschicht bewirkt werden. In einem Serumnährboden, der dem Luftzutritt ausgesetzt wurde, gingen die Recurrensspirochaeten meist schon im Laufe weniger Stunden zugrunde.

Für die einfache Fortzüchtung der Keime eignen sich die beschriebenen engen Reagensgläschen, die mit 1,5—2 ccm der Nährflüssigkeit beschickt werden, am besten. Für Versuchszwecke kann man aber auch von den Recurrenserregern leicht größere Kulturmengen in gewöhnlichen Reagensröhren gewinnen; solche Kulturen erreichen dieselbe maximale Keimzahl, wenn auch etwas später, wie Kulturen in kleineren Nährbodenmengen.

Bezüglich der Temperatur, innerhalb deren Grenzen die Kulturen der Recurrensspirochaete zu wachsen vermögen, gilt dasselbe wie für die Hühnerspirochaete. Die Keime können sich sowohl bei 37° wie bei 30° vermehren, und erreichen in beiden Temperaturen schließlich dieselben Keimzahlen, jedoch bei 30° weniger schnell als bei 37°. Dafür aber bleiben sie bei 30° länger lebensfähig, so daß es für die Fortzüchtung der Kultur, wie bei der Hühnerspirochaete, vorteilhafter ist, sie dauernd bei 30° zu halten. Bei 25° ist die Vermehrung der Spirochaeten sehr gering, so daß die gleichzeitig beginnende Degeneration nicht ausgeglichen wird. Bei 20° und darunter halten sich die Recurrensspirochaeten einige Tage lebend, eine sichere Vermehrung konnte aber nicht bemerkt werden.

In der Regel ist schon 24 Stunden nach der Beimpfung auch bei den Recurrenserregern eine Vermehrung der Keime zu erkennen. Die Zunahme der Keimzahl schreitet am vierten bis sechsten Tage am lebhaftesten vorwärts und etwa am siebenten Tage haben die Kulturen das Maximum ihres Keimgehaltes erreicht. Schon vorher beginnen sich aber Degenerationsbilder zu zeigen, einzelne Spirochaeten werden starr und bekommen die schon beschriebenen, wohl auf plasmolytischen Vorgängen beruhenden Knopfbildungen. Mitunter gehen Degeneration und Vermehrung der Keimzahl einige Zeit lang nebeneinanderher, so daß manche Kulturen noch bis zum zwölften Tage zahlreiche gut bewegliche Spirochaeten enthielten. In anderen Fällen aber tritt nach der Erreichung der maximalen Entwicklung eine plötzliche Degeneration fast aller Keime einer Kultur ein, so daß ein üppig durchwachsenes Kulturröhrchen 24 Stunden später nur noch verklumpte Haufen degenerierter Keime enthalten kann, die bei der Überimpfung nicht mehr anzuwachsen vermögen. Es empfiehlt sich daher, die Übertragungen nur mit etwa fünftägigen Kulturen vorzunehmen. Die Zahl der in maximal bewachsenen Kulturen enthaltenen Keime erreichte bei dem Stamm von afrikanischem Rückfallfieber bisher trotz stetiger Zunahme während der Dauer der Fortzüchtung nicht die hohen bei der Hühnerspirochaete und dem Erreger der Weilschen Krankheit beob-

achteten Werte; es wurden in dieser Kultur bei einer Vergrößerung von 1 : 250 höchstens etwa 10—12 Keime im Gesichtsfelde nachgewiesen. Bei dem Stamm der Spirochaeta obermeieri dagegen konnten einmal unter gleichen Verhältnissen sogar 40 Keime gezählt werden. In diesem Falle machte sich ebenfalls eine leicht opalescierende Trübung der unteren Schichten des Nährmediums bemerkbar, die wahrscheinlich durch den reichlichen Spirochaetengehalt verursacht wurde. Übrigens verteilen sich die Recurrensspirochaeten nicht so gleichmäßig durch die gesamte Kulturflüssigkeit, wie es bei den beiden anderen Spirochaetenarten der Fall ist, sie sammeln sich vorzugsweise in den unteren Flüssigkeitsschichten an, während die oberen verhältnismäßig keimarm sind.

Die Überimpfungen werden, wie schon erwähnt, am besten ausgeführt, bevor das Maximum der Keimzahl erreicht ist, also etwa am fünften Tage. Es empfiehlt sich von den Ausgangskulturen etwas größere Mengen zu übertragen, etwa 0,3 bis 0,5 ccm, da ein beträchtlicher Teil der überimpften Keime zugrunde geht. Die Recurrensspirochaete verliert verhältnismäßig schnell ihre Überimpfbarkeit. Mit einer acht Tage alten Kultur ist der Erfolg der Überimpfung bereits unsicher und eine zehntägige Kultur wächst im neuen Nährboden meistens nicht mehr an, obwohl darin zu dieser Zeit noch eine beträchtliche Anzahl beweglicher Keime zu finden sein kann. Zwei Wochen alte Kulturen zeigen in der Regel nur noch unbewegliche Spirochaeten. Diese können ihre Gestalt lange Zeit unverändert beibehalten; selbst in monatealten Kulturen finden sich immer noch einzelne Spirochaeten, deren Ringelung mitunter deutlicher hervortritt als in frischen Kulturen. Daneben sieht man die verschiedenartigen Bilder der Degeneration und des Zerfalls, die den entsprechenden Vorgängen bei der Hühnerspirochaete in allen Einzelheiten gleichen.

Lebensfähige Exemplare der Recurrensspirochaete unterscheiden sich nicht von solchen aus dem Blute infizierter Tiere. Die Länge der Spirochaetenfäden war bei dem Kulturstamme der Spirochaeta duttoni ziemlich einheitlich, jedenfalls nicht so erheblichen Schwankungen unterworfen, wie bei der Hühnerspirochaete. Die Kultur der Spirochaeta obermeieri dagegen übertrifft die Hühnerspirochaete noch in dieser Hinsicht und liefert mitunter Fäden von der achtfachen Länge eines Einzelindividuums. In ganz jungen und in älteren Kulturen treten auch auffallend kurze, nur aus 4 bis 5 Windungen bestehende Formen auf.

Auch bei der Recurrensspirochaete kommt es in der Kultur zur Bildung von Sternknäueln, die aber meist lockerer gebaut sind als bei der Hühnerspirochaete und dem Erreger der Weilschen Krankheit. Die Bewegungen der Recurrensspirochaete in der Serumkultur bestehen in einer feinen, schraubenförmigen Rotation um die Längsachse des Körpers und einem leisen Hin- und Herpendeln um den Teilungspunkt bei Individuen, die in der Vermehrung begriffen sind.

Die Teilung erfolgt ebenfalls ausschließlich in der Querrichtung und liefert meist nur zwei neue Keime. Bei der Spirochaeta duttoni wurden nur gelegentlich Bilder von Dreiteilungen beobachtet, bei der Spirochaeta obermeieri dagegen waren Mehrfachteilungen häufig und es wurden bei dieser Art Teilungen längerer Fäden in

sechs und sogar acht einzelne Spirochaeten beobachtet. Die Teilungen sind am häufigsten in 4—5 Tage alten Kulturen zu finden.

Eine Veränderung des Kulturmediums durch das Wachstum der Recurrensspirochaeten tritt, von der oben erwähnten opalescenten Trübung abgesehen, ebensowenig ein wie bei der Hühner- und Weilschen Spirochaete. Auch die Blutkörperchen der Serumkultur halten sich tagelang unverändert.

Wie die beiden anderen Arten behält die Recurrensspirochaete in der Serumkultur längere Zeit ihre Virulenz für Versuchstiere bei. Infektionsversuche mit der 5., 14. und 25. Kulturpassage der Spirochaeta duttoni ergaben regelmäßig und schnell starke Infektionen der Versuchsmäuse. Für das Kaninchen dagegen waren auch beträchtliche Mengen der Kaninchenserumkultur nicht pathogen. Mit der Kultur der Spirochaeta obermeieri konnten noch in der dreißigsten Passage durch kleine Mengen bei Mäusen tödliche Infektionen erzeugt werden.

Das Ergebnis der Züchtungsversuche mit zwei Stämmen der Rückfallfieberspirochaete, Spirochaeta obermeieri und duttoni, kann dahin zusammengefaßt werden, daß es gelang, diese Stämme in frischem inaktiviertem Kaninchenserum, dem einige Tropfen einer Aufschwemmung frischer nicht erhitzter Blutkörperchen, am besten ebenfalls vom Kaninchen, beigemischt sein können, unter Luftabschluß zum Wachstum außerhalb des Tierkörpers zu bringen und sie durch sieben bezw. 13 Monate und 52 bezw. 80 Kulturpassagen im Reagensglase fortzuzüchten. Die Kultur gedeiht bei Temperaturen von 30—37° und erhält sich bei einer Temperatur von 30° bis zu 12 Tagen, bei 37° etwa 8—10 Tage lebendig. Die Übertragungen in neues Nährmaterial haben in Abständen von 4—5 Tagen zu erfolgen. Die Kulturspirochaeten bewahren ihre spezifischen morphologischen Eigenschaften und zunächst auch ihre Tiervirulenz in vollem Umfange bei und geben somit ein geeignetes Material für experimentelle Untersuchungen.

Züchtungsversuche mit der Spirochaeta pallida.

Das gute Ergebnis, welches die Kulturmethode in flüssigem Serum bei den drei bisher behandelten Spirochaetenarten geliefert hatte, veranlaßte uns, sie auch bei der Syphilisspirochaete zu versuchen, für die ja, so oft sie auch schon kultiviert sein mag, ein praktisch wirklich brauchbares Züchtungsverfahren noch immer nicht gefunden worden ist. Der Umstand, daß Kulturen des Syphiliserregers von allen Spirochaeten am häufigsten gelungen sind und zwar in recht verschiedenen Nährmedien und mittels verschiedener Methoden, ließ uns erhoffen, daß er nicht schwieriger zum Wachstum zu bringen sein würde, als etwa die Recurrensspirochaete, die bisher nur einmal von Noguchi gezüchtet wurde. Andererseits rechneten wir von vornherein auch mit der Möglichkeit, daß der Lueserreger entsprechend seinem von den drei besprochenen septikämischen Spirochaeten abweichenden biologischen Charakter als Gewebeparasit in den durch unsere Kulturmethode geschaffenen Verhältnissen die ihm zusagenden Entwicklungsbedingungen nicht finden würde. Da die Kultur in flüssigen Nährgemischen ein von Bakterien vollkommen freies Ausgangsmaterial erfordert, kam für

unsere Versuche menschliches Luesmaterial nicht in Frage. Wohl aber war es ohne Schwierigkeit möglich, aus geschlossenen Hodensyphilomen des Kaninchens geeignetes Versuchsmaterial zu gewinnen. Mit solchem syphilitisch infizierten Kaninchengewebe, und zwar bisher nur von einem einzigen Spirochaetenstamm, sind die im folgenden kurz beschriebenen Versuche ausschließlich angestellt worden.

Es ist nicht schwierig, das Hodengewebe eines infizierten Kaninchens in einer für Züchtungsversuche geeigneten Form, vor allem absolut steril zu gewinnen. Dazu wird das Syphilom, das natürlich noch nicht geschwürig zerfallen sein darf, zusammen mit der vielfach fest verwachsenen Skrotalhaut im ganzen entfernt, in 50%igem Alkohol mit sterilen Instrumenten von der ansitzenden Haut befreit, dann wird der Syphilisknoten in neuem Alkoholgemisch ausgeschält und mit Kochsalzlösung, gelegentlich auch in einem 25%igen Alkohol-Kochsalzlösungsgemisch unter starkem Schütteln 10—20mal gewaschen. Ein so behandeltes Gewebe ist in den meisten Fällen in Bezug auf Bakterien steril und kann, mit ausgekochten Instrumenten in beliebig große Stücke zerschnitten, zu den Züchtungsversuchen benutzt werden.

Anfänglich waren wir der Meinung, die im Gewebe eingeschlossenen Spirochaeten würden vielleicht nicht zu dem Nährmaterial, das ihnen in der Kulturflüssigkeit geboten wird, gelangen können und so im Innern der Gewebstückchen zugrunde gehen müssen. Zunächst bemühten wir uns daher, die Keime aus den Hodenstückchen herauszubekommen dadurch, daß wir das Syphilom mit der Schere in kleine Teilchen zerschnitten, wobei lebensfähige Spirochaeten in beträchtlicher Menge in den Gewebssaft übergehen. Aber bei dieser Zerkleinerung, die bei frei zutretender Luft vorgenommen werden mußte, wurde das Material häufig infiziert und damit für die Züchtungsversuche unbrauchbar. Um solchen nicht mehr ganz bakterienfreien Gewebsbrei von den spärlichen darin enthaltenen Keimen zu säubern, brachten wir ihn in das Peritoneum von Kaninchen und gewannen die Spirochaeten 1—2 Stunden nachher in dem durch Punktion mittels steriler Glaskapillaren entnommenen Peritonealexsudat wieder zurück. Diese Punktionsflüssigkeit war immer vollkommen steril und die in ihr enthaltenen Spirochaeten zeigten stets auffallend lebhafte Bewegungen, aber ihre Zahl war natürlich nicht sehr groß, da bei dieser schonenden Reinigungsmethode ein großer Teil der im Gewebe enthaltenen Erreger infolge der Verteilung in der großen Peritonealhöhle verloren geht.

Später zeigte es sich, daß es gar nicht nötig ist, die Keime aus dem sie umschließenden Gewebe durch irgendwelche besondere Maßnahmen zu befreien. Sie machen sich in einer geeigneten Temperatur und in flüssigen Medien von selbst frei und erscheinen in der Nährflüssigkeit schon wenige Stunden nach der Beschickung mit kleinen Stückchen syphilitischen Hodengewebes oft in sehr großer Anzahl. Die Menge der frei in der Flüssigkeit schwimmenden Keime ist oft so groß, daß man sich zu der Annahme genötigt sieht, daß nicht nur die an der Oberfläche des Gewebsstückchens, sondern auch die mehr im Innern befindlichen Spirochaeten nach kurzer Zeit aus dem Gewebe auswandern. Diese freigewordenen Spirochaeten verhalten sich morphologisch durchaus normal und zeigen sehr lebhafte Bewegungen.

In solchem Zustande, in einer Flüssigkeit frei suspendiert, schien die Spirochaeta pallida für unsere Kulturversuche am besten geeignet. Wir benutzten zunächst die spirochaetenhaltige Flüssigkeit als Ausgangsmaterial zur Beschickung der Originalröhrchen, daneben auch kleine Stückchen spirochaetenhaltigen Gewebes, aus welchem sich die Keime der Nährflüssigkeit mitteilen.

Als Nährmedium benutzten wir in erster Linie Kaninchenserum, aber auch Serum vom Hammel, Schwein und Meerschweinchen, gelegentlich auch Menschenserum. Die Sera kamen in konzentriertem Zustande oder in 75—90%iger Verdünnung mit Kochsalzlösung, Ringerscher Flüssigkeit, Glycerin- und Zuckerlösungen zur Verwendung. Die Nährflüssigkeiten wurden mindestens 30 Minuten, manchmal auch bis zu einer Stunde auf 60° erhitzt, dann sogleich mit sterilem Paraffinöl überschichtet und nach der Abkühlung mit den Spirochaeten beimpft. Häufig haben wir dem Serum auch Organstückchen und Blutkörperchen beigegeben, um damit dem Wachstum der Spirochaeten, ähnlich wie wir es bei der Recurrensspirochaete beobachtet hatten, einen weiteren Anreiz zu geben. Die Bebrütung der Kulturröhrchen erfolgte bei 37° und bei 30°.

Die Kulturen wurden im allgemeinen solange in Beobachtung gehalten, als darin bewegliche Spirochaeten zu finden waren. Gelegentliche Untersuchungen älterer Proben, die nach dem Abschluß der Spirochaetenentwicklung noch kürzere oder längere Zeit im Brutschrank verblieben waren, förderten niemals ein noch nachträglich eingetretenes Wachstum der Syphilisspirochaete zutage, wie man es nach ihrer über so lange Zeit sich hinziehenden Entwicklung im Tierkörper und den von anderen Autoren erhobenen Befunden einer Vermehrung nach kürzerer oder längerer Latenzzeit hätte erwarten können.

In geeigneten Nährflüssigkeiten bleiben die Spirochaeten im ersten Kulturröhrchen bis zu 7—10 Tagen beweglich und in voller Lebenstätigkeit. Die Rotation der Kulturspirochaeten um die Längsachse erfolgt sehr schnell, noch schneller als bei der Recurrensspirochaete, tritt aber trotz der geringen Größe der Windungen in der gleichmäßig klaren Kulturflüssigkeit sehr deutlich hervor. Besonders wichtig ist der Umstand, daß die Spirochaeten im Reagensglase auch Teilungserscheinungen erkennen lassen und 24—48 Stunden nach der Beschickung der Röhrchen sogar in großer Anzahl in Vermehrung begriffen sein können. Das kann wohl als Beweis dafür gelten, daß den Keimen die im Reagensglase gebotenen Bedingungen für die Abwicklung ihrer Lebensvorgänge zunächst durchaus genügen. Bisher haben wir die Teilung fast stets als Zweiteilung verlaufen gesehen, seltener konnte der Zerfall etwas längerer Spirochaetenfäden in drei oder vier Teilstücke beobachtet werden.

Aber in allen unseren Versuchen traten diesen progressiven Vorgängen bereits 24 Stunden nach der Beimpfung der Originalkulturröhrchen Involutionserscheinungen zur Seite. Neben den Teilungsformen erscheinen starre, in Degeneration begriffene Keime. Mit dem Aufhören der Rotation streckt sich die Spirochaete, sie wird dünner, die Windungen verlieren an Deutlichkeit und verschwinden oft ganz, so daß von dem spiralig gewundenen Organismus oft nur ein einfacher zarter Faden übrig bleibt, der die Länge des normalen Keimes beträchtlich übertrifft.

An unbeweglich werdenden Keimen kann man auch bei der Spirochaeta pallida als Einleitung der weiteren Degenerationsvorgänge vielfach das Auftreten der bei den anderen Spirochaetenarten schon erwähnten knospenartigen Verdickungen beobachten, mitunter in Mehrzahl an einer Spirochaete.

Die degenerierenden Keime neigen sehr zur Verklumpung und bilden bald ausgedehnte, watteartig verfilzte Lager, die den oben beschriebenen Haufenbildungen der drei anderen Spirochaetenarten sehr ähnlich sehen und in älteren Kulturen nicht mehr von den Degenerationsklumpen der anderen Spirochaeten zu unterscheiden sind. Diese Spirochaetenhaufen bleiben in den Kulturen lange Zeit nachweisbar, erst nach Monaten zerfallen die verklumpten Keime zu uncharakteristischen Körnchenhaufen.

Die Degeneration beginnt nicht früher als 24 Stunden nach der Beimpfung der Kultur und innerhalb dieses ersten und gelegentlich auch noch des zweiten und dritten Tages konnten wir auch in den mit einer flüssigen Spirochaetensuspension beimpften Originalkulturröhrchen häufig eine sichere Zunahme der Keimzahl durch Zählung nachweisen, die nur auf einer Vermehrung der Spirochaeten beruhen konnte. In einigen Fällen haben wir in diesen ersten Tagen Kulturbilder der Syphilisspirochaete gesehen, die denen der Hühner- und Recurrensspirochaete durchaus an die Seite gestellt werden konnten. Wir beobachteten eine Menge lebhaft rotierender Spirochaeten in einzelnen Exemplaren oder in Doppel- und Mehrfachteilung, wir sahen auch die oben beschriebenen, so charakteristischen Sternknäuelbildungen, so daß eine solche Kultur nicht ohne weiteres von einer Kultur der Hühner- oder Recurrensspirochaete zu unterscheiden war. Es verdient hervorgehoben zu werden, wie gleichartig die biologischen Verhältnisse bei allen Spirochaetenkulturen sind und wie nahe sich in morphologischer Hinsicht die Hühner-, Recurrens- und Syphilisspirochaete stehen, so nahe, daß eine Trennung dieser Erreger in verschiedene Gattungen kaum berechtigt erscheint.

Aber ein so üppiges Wachstum war bei der Syphilisspirochaete doch nur eine Ausnahme und stets von kurzer Dauer. Meist begann schon nach 24 Stunden eine starke Degeneration der Keime und am zweiten Tage überwog diese die Fortentwicklung in der Regel schon bedeutend. Zwar konnten wir vielfach auch noch am zweiten und dritten Kulturtage zahlreiche Teilungsbilder finden, aber die Degeneration nahm trotzdem immer stärker überhand, so daß das schließliche Ergebnis der Wechselwirkung nicht zweifelhaft sein konnte. Zu einer sicheren Zunahme der lebenden Keime kam es in den Kulturen vom zweiten Tage ab meist nicht mehr. Überimpfungen vorzunehmen schien unter diesen Umständen nicht aussichtsreich. Trotzdem wurden von geeigneten Kulturen, solange sie reichlich lebende Spirochaeten enthielten, täglich Übertragungen ausgeführt, um möglicherweise durch den Reiz des neuen Nährmaterials eine weitere Entwicklung der Spirochaeten anzuregen. Es gelang auch wiederholt in den Subkulturen noch bis zur fünften Passage einzelne lebende, bewegliche Spirochaeten zu finden; in den zweiten Nährbodenpassagen waren die Spirochaeten entsprechend der größeren Einsaat meist in größerer Zahl vorhanden. Auch Teilungsbilder konnten wir in dem zweiten und dritten Serumröhrchen noch beobachten. Aber sie traten der Degeneration gegenüber zurück und waren nicht imstande, den rasch fort-

schreitenden Verlust an Individuen auszugleichen oder zu übertreffen. In den Subkulturen haben wir dem Serum vielfach auch Blutkörperchen und Organzellen als Nährsubstrat beigegeben. Es hatte mitunter auch den Anschein, als ob ihnen diese Materialien zusagend wären. Besonders in Blutkörperchengemischen blieben die Spirochaeten verhältnismäßig länger am Leben, auch lebhafter beweglich, aber zu einer stärkeren Vermehrung genügte auch der Reiz des zelligen Materials nicht. Auch eine wiederholte Einführung kleiner Mengen roter Blutkörperchen in das gleiche Kulturröhrchen vermochte die Kultur nicht zu dauernder Fortentwicklung anzuregen.

Die von zahlreichen Spirochaeten durchsetzte Flüssigkeit, die man durch das Einbringen eines syphilitischen Organstückchens in Serum oder eine Serumverdünnung erhalten kann, eignet sich sehr gut für das Studium morphologischer Verhältnisse der Spirochaete im Dunkelfeld und auch in gefärbten Präparaten. Die feinere Struktur der Keime tritt in der homogenen Flüssigkeit besser hervor als in Organbreipräparaten. Insbesondere aber kann man den Teilungsvorgang in dem klaren flüssigen Medium sehr gut verfolgen und hat für solche Beobachtungen in den Kulturen reichliches Material. Auch für manche biologische Experimente kann die Verwendung solcher in flüssigem Medium suspendierter Spirochaeten in Betracht kommen.

Das Ergebnis unserer Versuche mit der Spirochaeta pallida können wir dahin zusammenfassen, daß es gelingt, den Erreger in Serum und Serumgemischen unter Luftabschluß bis zu zehn Tagen und durch fünf Nährbodenpassagen im Reagensglase am Leben zu erhalten. Es kam dabei mitunter zu lebhaften Teilungsvorgängen und in den ersten 24 Stunden häufig auch zu einer durch Auszählung festzustellenden Vermehrung der Keime durch Zwei- und Mehrfachteilungen und zur Bildung von Sternknäueln. Die frühzeitig einsetzende Degeneration überwiegt aber bald die Vermehrungstendenz der Keime, so daß die Gewinnung einer unbegrenzt fortpflanzbaren Kultur mittels der Züchtung in flüssigem Serum bisher nicht möglich war. Die in flüssigen Nährbodengemischen suspendierten Sypilisspirochaeten geben ein gutes Material zum Studium ihrer morphologischen Verhältnisse, die den Keim im ganzen der Hühner- und Recurrensspirochaete recht nahe stellen, jedenfalls viel näher als dem Erreger der Weilschen Krankheit.

Versuche mit Trypanosomen.

Die Analogien in den biologischen Verhältnissen der Spirochaeten und der Trypanosomen forderten dazu auf, ein Züchtungsverfahren, das bei der einen Gruppe von Mikroorganismen gute Ergebnisse geliefert hatte, auch bei der anderen zu erproben. Wir haben deshalb auch mit einigen Trypanosomenarten Kulturversuche in flüssigem Serum angestellt. Die Gewinnung unbegrenzt fortpflanzbarer Kulturen ist bisher noch nicht gelungen, es konnten aber doch bemerkenswerte Ergebnisse erzielt werden, die für weitere Versuche auf diesem Gebiete Bedeutung haben könnten.

Die Frage der Züchtung von Trypanosomen außerhalb des Tierkörpers ist gegenwärtig etwa bis zu dem gleichen Punkte gefördert worden, der eingangs als Ergebnis

der Kultivierungsversuche mit Spirochaeten gekennzeichnet worden ist. Die grundlegenden Versuche von Novy und Mc Neal (21) und von zahlreichen anderen Autoren haben die Möglichkeit erwiesen, Trypanosomen, harmlose Blutparasiten wie auch pathogene Arten, in vitro zur Vermehrung zu bringen. Aber alle diese Kulturerfolge haben wegen der Unregelmäßigkeit ihrer Ergebnisse für die experimentelle biologische Forschung keine große Bedeutung erlangt, nicht einmal die kostspielige und umständliche Fortpflanzung der Trypanosomenstämme im Tierkörper zu ersetzen vermocht; sie haben gezeigt, daß eine Züchtung von Trypanosomen in vitro gelingt; aber die Lösung der Aufgabe in praktisch verwertbarer Form ist noch zu leisten.

Nach dem Vorgang von Novy und Mc Neal sind die meisten Züchtungsversuche mit Trypanosomen auf festen Nährböden, in der Regel auf oder in Blutagar vorgenommen worden. Von flüssigen Kultursubstraten sind bei der Züchtung des Trypanosoma Theileri Bouillongemische, bei pathogenen Arten defibriniertes Blut und Plasma mehrfach verwendet worden. Flüssiges, unvermischtes Serum hat man bisher nur selten und ohne nennenswerten Erfolg benutzt. Nach unseren günstigen Ergebnissen beim Rückfallfiebererreger schien dieses Material für die Züchtung der im Tierkörper unter den gleichen Bedingungen lebenden Trypanosomen gute Aussichten zu bieten. Wir haben in unseren Versuchen ausschließlich Serum teils in unverdünntem Zustande, teils mit verschiedenartigen Zusätzen vermischt als Nährboden benutzt und dabei im ganzen die bei den Spirochaetenversuchen beschriebene Technik inne gehalten.

Es wurde Serum vom Kaninchen, Meerschweinchen, vom Schaf und gelegentlich auch von Ratte und Mensch benutzt, das letztere nach vorheriger Filtration durch eine Tonkerze. Das Serum wurde in den schon beschriebenen engen Reagensgläschen 30—45 Minuten auf 58—60° erhitzt, darauf mit Paraffin überschichtet. Als Zusätze kamen Bouillon, Kochsalzlösung, Ringersche Flüssigkeit, verschiedene Zuckerlösungen, Glycerinwasser im Verhältnis von 10—90 Teilen zur Serummenge in Anwendung. Ferner versuchten wir, ob das Wachstum der Trypanosomen etwa durch die Beifügung von zelligem Material, Blutkörperchen, Milz-, Nieren- und Muskelgewebe, sterilem Hirnbrei angeregt werden könnte. Neben den mit Paraffin abgeschlossenen Serumproben wurden meistens auch einige dem freien Luftzutritt ausgesetzt. Gelegentlich wurde auch aktives Serum beimpft. Als Kontrollen für die Lebensdauer der Trypanosomen unter den Bedingungen des Kulturversuches unabhängig von den Kulturflüssigkeiten wurden Suspensionen des infizierten Blutes in Citrat-Kochsalzlösung, Ringersche Flüssigkeit und Bouillon hergestellt.

Die Versuchsröhrchen wurden bei 37°, bei 30°, 25° und bei Zimmertemperatur aufgehoben und durch Untersuchung kleiner, mit sterilen Kapillaren entnommener Proben täglich kontrolliert.

Ich konnte mit drei pathogenen Trypanosomenarten Züchtungsversuche anstellen, mit Trypanosoma brucei, congolense und equiperdum. Von jeder dieser Arten stand mir ein Stamm zur Verfügung, der seit längerer Zeit im Meerschweinchen fortgepflanzt worden war. Als Ausgangsmaterial für die Beimpfung der Kulturröhrchen verwendete ich steril gewonnenes Herzblut, das zur Verhinderung der Gerinnung mit

etwa dem zehnten Teil steriler 3,5 %iger Natriumcitratlösung versetzt worden war. In jedes Kulturröhrchen, das etwa 1,5 ccm Nährflüssigkeit enthielt, wurden 5 Tropfen des infizierten Blutes eingebracht und gleichmäßig verteilt.

Während nun in physiologischer Kochsalzlösung, in Ringerscher Flüssigkeit und auch in Bouillon nach 24 Stunden fast stets schon sämtliche Trypanosomen tot waren oder doch nur noch ganz vereinzelt schwache Bewegungen zeigten, waren die Mikroorganismen zur selben Zeit in den serumhaltigen Kulturflüssigkeiten ohne Ausnahme noch sehr lebendig, selbst wenn das Nährmedium nur 10 % Serum enthielt. In solchen Kulturproben zeigten die Trypanosomen 24 Stunden nach der Einimpfung noch vollkommen normale Verhältnisse und waren in ihrem Aussehen von Bluttrypanosomen nicht zu unterscheiden.

Die Zahl der lebenden Keime war aber nach 24 Stunden in den verschiedenen Nährgemischen nicht mehr ganz gleich. Am reichlichsten zeigten sich bewegliche Parasiten in 90—75 %igen Serummischungen, in konzentriertem Serum waren sie meist weniger zahlreich, ebenso in 50 %igen Lösungen, noch spärlicher in 25 und 10 %igen Gemischen, besonders wenn Kochsalzlösung oder Bouillon zur Verdünnung des Serums verwendet worden waren. Noch deutlicher trat der Unterschied nach 48 Stunden zutage, vor allem in Kulturröhrchen, die in einer Temperatur von 30 oder 25° aufgehoben worden waren. In den 90—75 %igen Serumgemischen, mitunter auch in konzentriertem Serum, war zu dieser Zeit der Trypanosomengehalt in allen Teilen der Nährflüssigkeit sehr erheblich, in den schwächeren Konzentrationen wesentlich geringer und mehr auf die unteren Schichten beschränkt.

Zählungen der Keime, die unmittelbar nach der Beimpfung der Nährlösungen und bei den täglichen Entnahmen vorgenommen wurden, ergaben, daß es sich in den Röhrchen mit optimalem Serumgehalt um eine echte Vermehrung der Trypanosomen, nicht etwa um ein bloßes Erhaltenbleiben der eingesäten Mikroorganismen handelte. Der Grad der Zunahme der Keimzahl war in den einzelnen Versuchen nicht gleich, er betrug in manchen Versuchen im Maximum nur etwa 50—75 % der eingesäten Trypanosomen, mitunter aber war er sehr beträchtlich. So erhielten wir in einem Versuch mit Trypanosoma brucei, in einem mit 90 %iger Serumlösung beschickten und bei 30° bebrüteten Röhrchen bei der Zählung nach 72 Stunden die fünffache Menge der eingesäten Keimzahl. Die Vermehrung der Flagellaten hielt immer noch über den dritten Tag hinaus an, doch die Zahl der lebensfähigen, beweglichen Trypanosomen begann meist schon am vierten Tage auch in den optimalen Serumkonzentrationen zu sinken, weil neben der schwächer werdenden Vermehrung eine immer stärker hervortretende Degeneration der Trypanosomen sich geltend machte.

In Übereinstimmung mit der Zunahme der Keimzahl zeigten 24—72stündige Kulturen mitunter eine sehr erhebliche Menge von Teilungsformen. In manchen Kulturproben waren sogar dreiviertel aller Trypanosomen in Teilung begriffen. Die Vermehrung verläuft in den flüssigen Kulturen anfänglich ganz entsprechend dem Teilungsvorgange, wie er sich im Blute abspielt. Die beiden aus einer Teilung hervorgehenden Trypanosomen trennen sich zunächst in der Kulturflüssigkeit voneinander, so daß es in den ersten Tagen nicht zur Bildung von Teilungsrosetten oder anders-

artigen Haufen kommt. Offenbar ist die Beweglichkeit der Keime, der sie in dem flüssigen Medium ungehemmt Folge leisten können, in jungen Kulturen noch so lebhaft, daß sie zur Überwindung der Adhäsion der beiden bei der Teilung entstandenen Flagellaten hinreicht.

Mit zunehmendem Alter der Kulturen stellen sich indessen, vielleicht infolge der sinkenden Bewegungsenergie der Flagellaten, Haufenbildungen ein, die anfangs mehr die regelmäßige Form eines Sterns oder einer Rosette zeigen, später mehr unregelmäßige Klumpen darstellen. Die Zahl der zu diesen Verbänden vereinigten Keime ist zunächst klein, je älter die Kulturen werden, um so größer werden die Konglomerate. In einer Kultur des Trypanosoma brucei, die noch am 24. Tage nach ihrer Beimpfung viele lebensfähige Keime aufwies, waren Trypanosomenklumpen vorhanden, die schätzungsweise aus Hunderten von Flagellaten bestanden, von denen die am Rande des Haufens gelegenen normal aussehenden Keime ihre volle Lebensfähigkeit durch lebhafte Bewegungen zu erkennen gaben, während die in der Mitte befindlichen in Degeneration und Auflösung begriffen waren.

Es ist schwer zu entscheiden, ob diese Sterne und Klumpen ihre Entstehung einer unvollständigen Trennung der sich teilenden Trypanosomen verdanken oder ob sie etwa durch Agglomeration ursprünglich getrennter Individuen entstanden sind. Die kleineren Knäuel erinnerten durch ihre regelmäßige Sternform sehr an die Rosetten, die für Trypanosomenkulturen auf festen Nährböden so charakteristisch sind. In den Flagellatensternen, die sich in den flüssigen Nährmedien bilden und bei denen die Keime nicht in einer Ebene liegen wie bei den Rosettenbildungen auf festen Nährböden, sondern von einem Mittelpunkt nach allen Richtungen hin ausstrahlen, sind die Keime mit dem Geißelende immer nach der Peripherie gerichtet. Indessen braucht diese regelmäßige Anordnung nicht von vornherein bestanden zu haben, da auch Trypanosomen, die beim zufälligen Aufeinandertreffen verkleben, mit dem beweglichen Geißelende des Körpers voneinander fortstreben, mit dem anderen aber verbunden bleiben können. Die distale Richtung der Geißeln kann sich also in den Kulturen im flüssigen Medium sehr wohl erst sekundär nach vorausgegangener Verklumpung lebender Keime ausgebildet haben. Bei den großen Trypanosomenklumpen, die ihre Entstehung sicher einer Agglomeration ursprünglich getrennter Keime verdanken, bei denen aber die am Rande liegenden Trypanosomen trotzdem das Geißelende immer vom Haufen abkehren, ist eine solche nachträgliche Ausrichtung der Flagellaten jedenfalls vor sich gegangen.

Während die Trypanosomen in den ersten Tagen ihres Lebens außerhalb des Tierkörpers den Bluttrypanosomen morphologisch durchaus gleichen, stellt sich vom vierten bis fünften Tage an eine Veränderung ihrer Form und auch ihrer Bewegung ein. Die ursprünglich breite undulierende Membran verschmälert sich beträchtlich, so daß die Keime eine mehr würmchenartige, manchmal fast spindelförmige Gestalt erhalten. Gleichzeitig geht die wellenförmig schlängelnde, schwimmende Bewegung in eine mehr tastend kriechende über.

Von anderen Veränderungen, die sich im Laufe der Kultivierung einstellen, ist das Auftreten ungleich großer Flagellatenformen von Interesse. Diese Erscheinung

stellt sich in den Kulturen meist erst nach dem zehnten Tage ein. Es treten dann einerseits Formen auf, die etwas kleiner sind als ein normales Bluttrypanosoma, andererseits solche, die doppelt so groß, ja noch etwas größer sein können. Der Größenunterschied wird besonders auffallend, wenn beide Formen dicht nebeneinander liegen und direkt verglichen werden können. Die großen Formen haben eine plumpe Gestalt, da besonders der Breitendurchmesser, weniger die Länge der Keime vergrößert ist, und zeigen im gefärbten Präparat einen auffallend großen, stark färbbaren Kern sowie ein dichtes, dunkel sich tingierendes Protoplasma. Es ist wahrscheinlich, daß diese abweichenden Trypanosomenformen degenerativen Vorgängen ihre Entstehung verdanken. Die kleinen Formen zeigen jedoch, abgesehen von der Reduktion der undulierenden Membran, keine Abweichungen von der normalen Gestalt der Bluttrypanosomen.

Von anderen Degenerationserscheinungen ist das frühzeitige Auftreten zahlreicher großer und kleiner Granula im Protoplasma der Keime, oft schon am dritten Tage der Kultur, bemerkenswert. Sie sind ein guter Anhaltspunkt für den Verlauf, den ein Kulturversuch wahrscheinlich nehmen wird, indem die Lebensfähigkeit der Trypanosomen in der Regel um so eher erlischt, je frühzeitiger die Körnelung in merkbarem Grade hervortritt.

Nach dem Absterben der Trypanosomen in den Kulturen treten im allgemeinen ähnliche Formveränderungen und Auflösungserscheinungen ein wie in den Leichen infizierter Tiere. Jedoch vollziehen sich diese Vorgänge in der Kultur wesentlich langsamer, so daß man Gelegenheit hat, Degenerationsbilder zu beobachten, die man sonst selten sieht. Bemerkenswert ist, daß selbst Keime, die in Teilung begriffen sind oder sich dazu anschicken, in der Kultur absterben können, und dann besonders eigenartige Degenerationsbildungen liefern. Die Auflösung abgestorbener Trypanosomen schließt sich übrigens dem durch das Aufhören der Bewegung gekennzeichneten Moment des Todes nicht immer unmittelbar an; die Keime können auch längere Zeit in unbeweglichem Zustande verharren, ohne auffallende Formveränderungen zu erleiden.

Die Lebensfähigkeit der Kulturtrypanosomen erhielt sich in unseren Versuchen meist nur verhältnismäßig kurze Zeit. Wir konnten bisher Trypanosomen nicht länger als 24 Tage nach der Entnahme aus dem Tierkörper in beweglichem Zustande der in Kultur beobachten, in einigen Versuchen aber war die Beweglichkeit der Flagellaten bereits am fünften bis zehnten Tage erloschen. Im allgemeinen konnten wir lebensfähige Trypanosomen um so länger in unseren Kulturen finden, je größer die Zahl der eingesäten Keime gewesen war. Indessen hielt sich auch eine geringe Zahl von Trypanosomen, die frisch aus dem Tierkörper entnommen worden waren, in einer gleichen Menge desselben Nährbodengemisches länger lebendig und vermehrte sich auch ungleich lebhafter als eine beträchtlich größere Zahl von Keimen, die schon einige Zeit außerhalb des Tierkörpers gelebt hatten.

Die einzelnen Trypanosomenrassen verhielten sich nach unseren Erfahrungen den Kulturbedingungen gegenüber nicht ganz gleichartig. Die besten Ergebnisse hatten wir mit Trypanosoma congolense; Trypanosoma brucei ergab mitunter sehr gute, manchmal aber auch dürftige Resultate. Am kürzesten war die Lebensdauer des

Trypanosoma equiperdum in der Kultur, und diese Art zeigte auch die schwächste Vermehrungsneigung.

Daß die Zusammensetzung des Kulturmediums auf die Lebensdauer der Trypanosomen von Einfluß ist, wurde oben schon erwähnt. In Kochsalzlösung, Ringerscher Flüssigkeit und auch in Bouillon hielten sich die Keime, wenn nicht eine beträchtliche Blutmenge zur Einsaat verwendet wurde, bei Brutschrankwärme nur ausnahmsweise länger als 24 Stunden lebensfähig. Auch aktives Serum, besonders vom Kaninchen, aber in gewissem Grade auch vom Meerschweinchen, wirkte störend auf die Entwicklung der Keime und brachte mitunter im Laufe weniger Stunden alle eingesäten Flagellaten zum Zerfall. Aber auch wenn keine völlige Vernichtung der Trypanosomen eintrat, hatten die Kulturen im aktiven Serum stets geringere Keimzahlen und eine wesentlich kürzere Lebensdauer als in inaktiviertem Serum. Mit der Beigabe von Gewebszellen zu den Kulturflüssigkeiten ließ sich kein nennenswerter Einfluß auf die Vermehrung und die Lebensdauer der Trypanosomen ausüben.

Als ein wichtiger Faktor erwies sich dagegen die Temperatur, deren Einwirkung die Kulturen ausgesetzt wurden. In dieser Hinsicht verhalten sich die Trypanosomen ganz ähnlich wie die Spirochaeten. Je niedriger der Wärmegrad ist, in dem die Keime sich befinden, um so länger bleiben sie lebendig, um so langsamer vermehren sie sich aber auch. Unter 20° haben wir eine sichere Zunahme der Keimzahl nicht beobachten können; bei 25—30° wurde das Maximum der Teilungen etwa am dritten bis vierten Tage erreicht und die Keime erhielten sich durchschnittlich 15—18 Tage gut beweglich. Bei 37° sahen wir manchmal schon nach 24 Stunden eine beträchtliche Zunahme der Keimzahlen, die Vermehrung hörte aber bald auf und die schnell fortschreitende Degeneration ließ das Leben dieser Kulturen meist schon am zehnten bis zwölften Tage erlöschen. Die verhältnismäßig größten Keimzahlen erlangten Kulturen, die bei 25—30° gehalten wurden, offenbar weil sich bei diesen Temperaturen eine lebhafte Vermehrung der Keime mit einer zunächst nur geringfügigen Degeneration vereinigt.

Das Ziel unserer Züchtungsversuche, lebenskräftige Passagekulturen von Trypanosomen zu erhalten, haben wir durch Übertragungen von Originalkulturmaterial verschiedenen Alters in gleichartig und verschieden zusammengesetzte Nährböden zu erreichen versucht, aber immer ohne den gewünschten Erfolg. Zwar bleiben die Trypanosomen auch in den Subkulturen einige Zeit lebensfähig und beweglich, und wir konnten einmal in einem Kulturröhrchen der zweiten Nährbodenpassage von Trypanosoma congolense sogar noch am 15. Tage nach der Beimpfung mit der dreitägigen Originalkultur vereinzelte gut bewegliche Keime auffinden. Auch Teilungen kommen in den Passagekulturen vor und können einen ganz normalen Verlauf nehmen. Aber die Vermehrung der Keime ist doch zu geringfügig, um einen Einfluß auf die Keimzahl auszuüben. Meist beginnt bald nach der Übertragung des Kulturmaterials in den neuen Nährboden eine sehr starke Degeneration, die in der Regel dazu führt, daß die Subkultur noch vor der Originalkultur erlischt. Die Passagekulturen enthalten im allgemeinen um so länger lebende Trypanosomen, je größer die Zahl der eingesäten Keime war. Jedoch macht es einen erheblichen Unterschied, ob die überimpfte Original-

kultur erst drei oder vier oder bereits zehn bis fünfzehn Tage alt war. Im letzteren Falle gehen die in neue Nährflüssigkeit übertragenen Trypanosomen, auch wenn sie noch zahlreich sind, meist sehr schnell zugrunde, viel schneller als die Originalkultur selbst. Ein junges Kulturmaterial dagegen bleibt in der Subkultur längere Zeit am Leben und läßt auch eine gewisse Weiterentwicklung erkennen. Jedoch überdauerte auch eine mit frischer Originalkultur beimpfte Passage, wahrscheinlich wegen ihres von vornherein geringen Keimgehaltes, die Ausgangskultur nach unseren bisherigen Beobachtungen in keinem Falle.

Daraus ergibt sich wohl, daß die pathogenen Trypanosomen aus dem Tierkörper einen gewissen Anreiz zur Weiterentwicklung in sich mitnehmen, der zunächst hinreichend ist, die schädigenden Einwirkungen der Kulturverhältnisse zu überwinden und unter geeigneten Bedingungen auch außerhalb des Tierkörpers eine Vermehrung der Keime zu ermöglichen. Das Nährmaterial, das wir den Keimen bis jetzt geboten haben, ist aber, wenn es auch die zum Aufbau der Flagellaten erforderlichen Stoffe in brauchbarer Form enthält, doch nicht imstande, den Reiz zur Weiterentwicklung zu ersetzen, der im Tierkörper die fortdauernde Vermehrung der Parasiten durch ungeschlechtliche Teilung bedingt. So trat denn in den Kulturen bald eine Ermüdung der Flagellaten ein, die der Vermehrung ein Ziel setzt und ihre unbegrenzte Fortzüchtung im Reagensglase verhinderte.

Die Ergebnisse unserer Züchtungsversuche mit Trypanosomen können dahin zusammengefaßt werden, daß es leicht gelang, pathogene Arten dieser Gruppe in inaktiviertem flüssigem, am besten etwas verdünntem Serum verschiedener Tierarten unter Luftabschluß einige Zeit lebendig zu erhalten und auch zu einer gewissen, manchmal beträchtlichen, Vermehrung zu bringen. Als längste Lebensdauer einer Originalkultur beobachteten wir bisher 24 Tage. Die Vermehrung vollzieht sich auf ungeschlechtlichem Wege durch Zweiteilung und ergibt zunächst, wie im Tierkörper, getrennte Individuen. Später in den Kulturen sich zeigende Knäuel- und Haufenbildungen dürften teilweise durch nicht bis zur völligen Trennung durchgeführte Teilungen, meist aber wohl durch Agglomeration ursprünglich getrennter Individuen entstanden sein. Die stärkste Vermehrung der Trypanosomen erfolgt bei Temperaturen von 25—30° in 3—4 Tagen. Bei 37° teilen sich die Keime in den ersten 24 Stunden reichlich, um alsdann schneller zugrunde zu gehen als bei niederen Temperaturgraden. Bisher ist es noch nicht gelungen, durch Übertragungen der Originalkulturen in neue Nährflüssigkeiten die erlöschende Vermehrungsenergie der Trypanosomen zu neuer Tätigkeit anzuregen.

Zusammenfassung.

Das in den vorstehenden Ausführungen näher beschriebene Kulturverfahren ist eine einfache, leicht auszuübende und erfolgreiche Anwendungsform des in neuerer Zeit öfter befolgten Prinzips, empfindliche Krankheitserreger außerhalb des Tierkörpers dadurch zur Vermehrung zu bringen, daß ihnen im Reagensglase Bedingungen

geschaffen werden, die den im Organismus herrschenden möglichst weitgehend entsprechen.

Die seit langem bekannte Tatsache, daß unverändertes, tierisches Eiweiß einen besonders geeigneten Nährboden für pathogene Keime abgibt, wurde durch die Verbindung mit dem Prinzip der Anaerobiose, die der im Gewebe herrschenden Sauerstoffspannung nahe kommende Verhältnisse schafft, von Mühlens zuerst bei der Züchtung von Spirochaeten mit Erfolg angewendet. Die Vermischung des Serums mit anderen Kultursubstraten, vor allem mit Agar, wie sie Mühlens geübt hat, setzt aber die entwicklungsfördernde Kraft des tierischen Eiweißes herab, und erschwert vor allem die Übertragung der Kultur in neues Nährmaterial sowie ihre Verwendbarkeit für biologische Zwecke, so daß die für die Isolierung von Spirochaetenreinkulturen sehr wertvolle Methode als Verfahren zur Fortzüchtung der Kulturen für den praktischen Bedarf weniger geeignet erscheint.

Die Methode Schereschewskis, bei der zur Züchtung von Spirochaeten zwar konzentriertes Serum, aber in koaguliertem, durch Autolyse teilweise wieder verflüssigtem Zustande verwendet wird, arbeitet mit einem Umwege, der durch die bloße Inaktivierung des Serums, ohne daß es zu einer Gerinnung kommt, leicht vermieden werden kann. Sie begibt sich durch die Verwendung eines halbstarren Materials ebenfalls des Vorzuges, den ein flüssiges Kulturmedium für die Fortzüchtung der Keime besitzt.

Noguchis Verfahren, in dem das Bestreben, den empfindlichen Krankheitserregern gewissermaßen einen Organismus in vitro als Kulturmedium zu bieten, besonders deutlich hervortritt, besitzt in der vorwiegenden Verwendung flüssiger Nährbodengemische einen Vorzug gegenüber den vorher genannten Methoden. Aber es erreicht sein Ziel ebenfalls auf einem Umwege, indem es eine durch Erhitzung denaturierte Eiweißlösung durch den nachträglichen Zusatz von frischem, gewissermaßen noch lebendem Gewebe mit der für das Wachstum empfindlicher Erreger notwendigen Menge genuinen tierischen Eiweißes versieht. Dieses Vorgehen ist umständlich, gefährdet die Sterilität der Kulturen und gestattet nach den Ergebnissen unserer Untersuchungen keine so sichere und ausgiebige Ausnützung des Eiweißes durch die Erreger, wie sie das flüssige Serum ermöglicht, das wir als Kulturmedium benutzt haben.

Das von uns angewendete Verfahren zur Züchtung von Spirochaeten besteht darin, daß steriles, frisch gewonnenes Serum unverdünnt oder in Verdünungen mit geringen Mengen physiologischer Kochsalzlösung oder Ringerscher Flüssigkeit in geeigneten Kulturröhrchen — Gläschen von 5 cm Länge und 0,9 cm lichter Weite sind für die einfache Fortpflanzung der Kulturen vorteilhaft — 30 Minuten auf 58—60° erhitzt, dann zum Luftabschluß sogleich mit sterilem Paraffinöl überschichtet und nach genügender Abkühlung beimpft wird. Am besten bewährte sich aus technischen Gründen und in seiner Eigenschaft als Nährboden Kaninchenserum. Indessen können auch andere Serumarten dafür benutzt werden. Besonders gleichmäßige und sichere Resultate ergab Serum, das von möglichst jungen Tieren gewonnen worden war.

Das Verfahren übertrifft die vorher charakterisierten Züchtungsmethoden, die für besondere Zwecke manche Vorteile bieten mögen, bei weitem hinsichtlich der

großen Einfachheit seiner Handhabung. Es gelang damit vier pathogene Spirochaetenarten, den Erreger der Weilschen Krankheit, die Spirochaeta Obermeieri, die Spirochaeta duttoni und die Hühnerspirochaete durch eine lange Reihe von Passagen mit derselben Leichtigkeit fortzuzüchten wie etwa eine Typhusbacillenkultur in Bouillon.

Die Weilsche Spirochaete ist während mehr als 2 Jahren in 200 Serumpassagen fortgepflanzt worden. Sie wächst bei 30—37°, erreicht je nach der Temperatur in 8—10 Tagen den Höhepunkt ihrer Entwicklung und bleibt, besonders bei Zimmertemperatur aufbewahrt, lange Zeit lebensfähig und infektionstüchtig. Die Überimpfungen sind jedoch am besten in 5—10tägigem Abstande vorzunehmen. Die Weilsche Spirochaete behält ihre hohe Virulenz für das Meerschweinchen auch in der Kultur längere Zeit, kann aber bei dauerndem Kulturleben insofern avirulent werden, als sie dann leichte Infektionen erzeugt, die fast symptomlos verlaufen. Solche Kulturstämme können zu Vaccineversuchen benutzt werden, sind vielleicht auch bei der Herstellung von Immunserum wertvoll. Das kulturelle Verhalten der Weilschen Spirochaete zeigt, daß es sich bei ihr um einen durchaus monomorphen Mikroorganismus handelt, der sich ausschließlich durch Querteilung, und zwar vorwiegend durch Zweiteilung vermehrt.

Die Hühnerspirochaete wurde während 2 Jahren in 140 Nährbodenpassagen fortgepflanzt. Sie wächst ebenfalls bei 37° und bei 30°, hält sich aber in einer Temperatur von 30° länger lebensfähig. Die Überimpfungen werden am besten alle fünf Tage vorgenommen. Auch dieser Keim bewahrt in der Kultur längere Zeit hindurch seine Pathogenität und vermehrt sich nur durch Querteilung, bei der meistens zwei, jedoch auch bis zu fünf neue Individuen gebildet werden können.

Die Spirochaeta obermeieri wurde während sieben Monaten in 52 Kulturpassagen fortgezüchtet.

Die Spirochaeta duttoni ist bisher während 13 Monaten in 80 Kulturpassagen überimpft worden. Die Recurrensspirochaeten verhielten sich in der Kultur im übrigen wie die Hühnerspirochaete.

Von der Syphilisspirochaete konnten bisher keine unbegrenzt fortpflanzbaren Kulturen erhalten werden. Es gelang aber, den Keim bis zu zehn Tagen und bei täglicher Überimpfung durch fünf Nährbodenproben beweglich und lebensfähig zu erhalten. In den ersten 24 Stunden nach der Entnahme der Spirochaeten aus dem Tierkörper gelegentlich auch darüber hinaus kam es in einzelnen Versuchen zu reichlichen Teilungsvorgängen und einer auch durch Zählung nachweisbaren Vermehrung der Keime. In ihren morphologischen und biologischen Eigenschaften bieten die vier letztgenannten Erreger in der Kultur weitgehende Übereinstimmungen. Auch die Weilsche Spirochaete, obwohl sie deutlich abseits steht, ist in ihrem kulturellen Verhalten den anderen bisher untersuchten Keimen der Gruppe sehr ähnlich. Eine Zerteilung der Spirochaetengruppe in viele Gattungen erscheint nach den Erfahrungen mit den Reinkulturen der Keime nicht erforderlich.

Pathogene Trypanosomen konnten mittels des angegebenen Kulturverfahrens ebenfalls längere Zeit — bis zu 24 Tagen — lebensfähig erhalten werden. Sie ließen während der ersten Tage in den Originalkulturen oft eine beträchtliche

Vermehrung erkennen. In den Passagekulturen haben sie sich aber bisher nicht als vermehrungsfähig erwiesen. Auch den Trypanosomen sagten anscheinend bei den Kulturversuchen Temperaturgrade zwischen 25 und 30° am meisten zu. Die Vermehrung erfolgt wie im Tierkörper durch Längsteilung und ergibt vorwiegend getrennte Individuen, die sich später vielfach durch Agglomeration zu Knäuel- und Haufenbildung vereinigen.

Literatur.

1. Mühlens, Deutsche medizinische Wochenschrift 1906, Nr. 20.
2. Derselbe, ebenda 1909, Nr. 29.
3. Mühlens und Hartmann, Zeitschrift für Hygiene Bd. 55, S. 85.
4. Dieselben, ebenda S. 89.
5. Dieselben, ebenda S. 86.
6. Mühlens, Treponema pallidum im Handbuch der pathogenen Protozoen von Prowazek Bd. 1, S. 414.
7. Schereschewsky, Deutsche medizinische Wochenschrift 1909, Nr. 19.
8. Mühlens, Treponema pallidum im Handbuch von Prowazek, S. 415.
9. 10. Derselbe, ebenda S. 416.
11. Hoffmann, Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten Bd. 68, S. 35.
12. Noguchi, Journal of experimental medicine 1912.
13. Mühlens, im Handbuch für pathogene Protozoen von Prowazek.
14. Derselbe, ebenda Bd. 1, S. 417.
15. Derselbe, ebenda S. 417 u. 418.
16. Noguchi, Journal of experimental medicine. Vol. 15, 1912, S. 90.
17. Derselbe, ebenda Vol. 16, 1912.
18. Ungermann, Berl. Klinische Wochenschrift 1916, Nr. 15, S. 408.
19. Derselbe, Verhandlungen der außerordentlichen Tagung des Deutschen Kongresses für innere Medizin in Warschau S. 179.
20. Inada, Ido usw., Journal of experimental medicine Vol. XXIII, Nr. 3, 1916.
21. Novy and Mc. Neal, Journal of the American medical association 1903.

Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Entwicklung der Weilschen Spirochaete.

Von

Dr. phil. Margarete Zuelzer,
Wissenschaftlicher Hilfsarbeiterin im Kaiserl. Gesundheitsamte.

(Hierzu Tafel I—IV).

I. Material und Untersuchungsmethoden.

Bei den im Kaiserlichen Gesundheitsamte über die Ätiologie der Weilschen Krankheit ausgeführten experimentellen Versuchen bot sich mir Gelegenheit, eingehendere Untersuchungen über die Morphologie der diese Krankheit verursachenden Spirochaete anzustellen. Es stand mir dabei reichliches Material, sowohl aus dem Tierkörper als auch aus Serumkulturen zur Verfügung, und zwar stammte das Kulturmaterial aus Kaninchen-, Meerschweinchen- oder Eselserumkulturen, das aus dem Tierkörper benutzte Material von Kaninchen, Meerschweinchen oder Mäusen. Die für das Studium der Morphologie am besten geeigneten Präparate lieferten dünne Kulturausstriche oder dünne Ausstriche von Organsaft, sowie von Blut oder Peritonealexsudat infizierter Tiere.

Die Präparate wurden mit allen gebräuchlichen Fixierungsmitteln fixiert. Am besten bewährte sich dabei kurze Fixierung dünner Ausstriche mit Osmiumdampf, aber auch warmer Sublimatalkohol oder Methylalkohol wurden mit Erfolg angewandt. Mit Osmiumdampf fixierte Ausstriche müssen kurz mit destilliertem Wasser ausgewaschen werden.

Gut gefärbte Präparate der außerordentlich schwer färbbaren Spirochaeten wurden erhalten durch Färbung dünner Ausstriche mit Giemsascher Farbe nach Romanowsky (15 Tropfen Farbe auf 25 ccm dest. Wasser und 5 Tropfen 1%iger Kaliumcarbonatlösung) während 24 Stunden bei 50°; noch bessere Ergebnisse lieferte die Färbung mit Altmannscher May-Grünwald-Lösung (15 Tropfen Farbe auf 25 ccm dest. Wasser und 5 Tropfen 1%iger Kaliumcarbonatlösung) während 24 Stunden bei 30°. Es



empfiehlt sich, die Ausstriche nach der Färbung mit Aceton-Xylol zu differenzieren, bis der Grund ganz blaßblau, die Spirochaeten leuchtend rot erscheinen. Eisen-Hämatoxylin läßt die Spirochaeten auch bei mehrtägiger Einwirkung ungefärbt, nur der Grund des Ausstriches färbt sich blau und läßt die Spirochaeten lückenartig ungefärbt, bei mehrtägiger Einwirkung mattgelb gebeizt (s. S. 165) erscheinen. Nachfärbung mit Eosin färbt die Spirochaeten rot und ergibt kontrastreiche Bilder.

Gute Präparate lieferten schließlich noch dünne Ausstriche von einem Tropfen Spirochaetenkultur vermischt mit einem Tropfen Perltusche, fixiert mit Osmiumdampf.

Für den Nachweis von Spirochaeten in den Geweben wurden außer Ausstrichen auch Schnittpräparate nach der älteren Levaditimethode angefertigt. Es empfiehlt sich hierfür die Organstücke recht dünn (3—5 mm dick) zu fixieren.

II. Morphologie und Bewegungen der lebenden Spirochaete.

Der Grund, warum die Weilsche Spirochaete so lange nicht aufgefunden wurde, ist offenbar der, daß sie im lebenden Präparat unter gewöhnlichen Bedingungen auch bei der Betrachtung mit stärksten Vergrößerungen unsichtbar bleibt. Die Ursache hierfür ist wohl in der sehr schwachen Lichtbrechung der Spirochaete zu suchen. Erst nach Zusatz von Perltusche sind die sehr schwach lichtbrechenden Spirochaeten durch ihre sehr lebhaften Bewegungen in dem schwarzen Untergrund eben erkennbar.

Im Dunkelfeld dagegen sind die Spirochaeten bereits mit schwachen Systemen (Zeiß Comp.-Oc 4, Apochr. 8 mm) leicht aufzufinden. Bei dieser Vergrößerung erscheinen sie als zarte, feine, grünlichgelb schimmernde Striche. Es fällt auf, daß die einzelnen Individuen sehr verschieden lang sind. Die Spirochaeten schwimmen geradlinig rasch durch das Gesichtsfeld, ohne daß man erkennen könnte, wodurch die Bewegung verursacht wird. Mitunter lassen sich aber auch schon bei dieser Vergrößerung bei einzelnen Exemplaren bestimmte Bewegungsformen beobachten. Die ganze Spirochaete schlängelt sich oder zeigt ein besonders charakteristisches Auf- und Zusammenschnellen des Körpers, das an die Bewegung der Cristispiren (Zuelzer 1916, S. 31) erinnert. Durch diesen Bewegungsmodus unterscheiden sich die Weilschen Spirochaeten schon beim flüchtigen Anschauen bei der oben angegebenen schwachen Vergrößerung leicht von den anderen pathogenen Spirochaeten. Bohrendes Vorwärtsschrauben, wie es für diese Spirochaeten charakteristisch ist, zeigen die Weilschen Spirochaeten nicht. Dieser Unterschied in der Bewegung erklärt sich, wie auf S. 172 noch näher ausgeführt ist, durch den Bau der Weilschen Spirochaete.

Bei stärkerer Vergrößerung (Zeiß Comp.-Oc. 4, Apochr. 3 mm) erkennt man im Dunkelfeld bereits am lebenden Präparat, daß die Spirochaete eine deutliche Dreiteilung ihres Körpers aufweist. Der größte Teil des Spirochaetenkörpers ist das Mittelstück, welches etwas dicker, etwas starrer und meist gerad gestreckt ist. Von ihm deutlich scharf abgesetzt, sind die beiden hakenförmig gekrümmten, selbst oft knickartig dreieckig umgebogenen, nach der Spitze zu sich stark verjüngenden Enden, welche eine eigene, lebhafte, aktive Beweglichkeit zeigen. Beide Enden tragen an ihrer feinen Spitze je ein Endkorn. Bei guter Beleuchtung kann man mit der oben angegebenen starken Vergrößerung bei einzelnen Exemplaren bereits im Leben

erkennen, daß der ganze Körper der Spirochaete in engen, regelmäßigen Windungen aufgewickelt ist. Diese feinen Windungen sind stabil und bleiben bei allen den sehr mannigfaltigen Bewegungen der Spirochaete immer erhalten. Der geringelte Körper leuchtet etwas gelbgrünlich auf. Die Endknöpfe erscheinen heller; sie sind etwas stärker lichtbrechend, als der übrige Körper.

Die häufigste Bewegungsart für den Ortswechsel lebenskräftiger Spirochaeten der verschiedensten Länge ist ein schnelles, geradliniges Vorwärtsschwimmen, welches schon bei schwacher Vergrößerung erkennbar ist. Der Mittelteil der Spirochaete bleibt dabei meist steif und gerade. Bei der oben angegebenen, stärkeren Vergrößerung sieht man, daß die beweglichen Enden der Spirochaete während des Umherschwimmens sehr schnell quirlartig schlagen und offenbar dadurch die Bewegung verursachen. Bei etwas langsamer schwimmenden Exemplaren kann man dabei erkennen, daß die Spirochaeten während des Schwimmens blitzschnell um ihre Längsachse rotieren. Diese Art der Bewegung geht aber oft so schnell vor sich, daß nicht immer deutlich sichtbar wird, wie sie zustande kommt. Während sonach bei den Bewegungen das steifere lange Mittelstück der Spirochaete meist gerade gestreckt bleibt, kommt den Enden von der Stelle ihrer Umbiegung an, wo sie beginnen dünner zu werden, eine besondere Beweglichkeit zu. Die Enden können dabei quirlartig oder peitschenartig schlagen, rotieren oder hin- und herschwingen und so die mannigfachsten Bewegungen der Spirochaete verursachen. Mit dieser Veränderlichkeit der Bewegungsart hängt es zusammen, daß auch in den gefärbten Präparaten die Enden der Spirochaeten bald umgebogen (Tafel III, Phot. 5, 6, 7) oder geknickt (Tafel III, Phot. 4), bald geradegestreckt erscheinen (Tafel I, Fig. 1; Tafel III, Phot. 1 und 2). Bei schneller und guter Fixierung erhält man so im gefärbten Präparat die verschiedenartigsten Bilder, wie sie im Leben durch die Bewegungen hervorgerufen werden und durch ihre Mannigfaltigkeit für die Weilsche Spirochaete besonders charakteristisch sind. Häufig rotieren die Spirochaeten, ohne einen Ortswechsel vorzunehmen, um ihre Längsachse, wobei die umgebogenen Ecken sich etwas strecken können. Der Körper kann dabei eine Figur ähnlich einem C bilden, oder das eine Ende liegt nach der einen, das andere nach der anderen Seite, wodurch S- bis 8-artige Formen, ja selbst Ösen, Schleifen und Ringformen zustandekommen (Tafel I, Fig. 1, 2).

Außer den eben geschilderten, charakteristischen Bewegungen kommt ebenfalls ohne Ortswechsel eine Art Schüttelbewegung der Spirochaete vor, wobei die hakenförmigen Enden unverändert umgebogen erhalten bleiben. Mitunter liegt auch die Mitte der Spirochaete steif auf der Unterlage fest und das eine oder beide Enden schlagen sehr lebhaft peitschenartig nach derselben Seite oder nach entgegengesetzten Richtungen. Aktive Flexibilität ist bei der Weilschen Spirochaete in hohem Maße vorhanden. Gelegentlich schlängelt sich dann in der Bewegung der ganze Körper in weitem unregelmäßigem Bogen so, daß auch das sonst geradere, steifere Mittelstück 2, 3—4 schlängelnde, oft ungleich große Windungen zeigt (Tafel I, Fig. 1, 2; Tafel III, Phot. 2). Hierbei wird die sonst für die Weilsche Spirochaete charakteristische Körperform, d. h. der Gegensatz vom steiferen Mittelstück und den gebogenen

beweglichen Enden vorübergehend aufgegeben. Bei all den verschiedenen Bewegungen bleiben aber die kleinen, regelmäßigen, typischen Spirochaetenspiralen stets ebenso wie bei Spirochaeta plicatilis, bei Spirochaeta pallida und Spirochaeta stenostrepta (Tafel IV, Phot. 43, 44; Zuelzer 1911), mit welch letzterer die Weilsche Spirochaete überhaupt die größte Ähnlichkeit hat, unverändert erhalten (Tafel I, Fig. 2, 4; Tafel III, Phot. 2—11).

In gut gedeihenden Kulturen oder im Peritonealexsudat reich infizierter Tiere finden sich regelmäßig Verknäuelungen, Rosetten und Haufen ineinander verschlungener Spirochaeten. Diese Formen kommen dadurch zustande, daß zwei oder drei Spirochaeten beim Umherschwimmen sich berühren und ineinander verschlingen. Es hat dabei häufig den Anschein, als ob die Organismen, auch wenn sie noch nicht ganz dicht beieinander liegen, doch trotz lebhaft einsetzender Bewegungen nicht mehr voneinander loskommen. Es weckt dies die Vermutung, daß eine feine, ungefärbt nicht wahrnehmbare Hülle vorhanden ist. Auf diese Frage werde ich später (S. 164) noch zurückkommen. Wo zwei oder drei Spirochaeten ineinander verschlungen liegen und lebhaft mit den Enden um sich schlagen, sammeln sich bald mehr Tiere an, die sich weiter verschlingen, so daß oft binnen wenigen Minuten immer größer werdende Spirochaetenknäule entstehen (Tafel I, Fig. 1; Tafel IV, Phot. 33—38). Bei diesen Anreicherungen handelt es sich offenbar um normale Erscheinungen, welche mit den etwa unter dem Einfluß von spezifischen Seris, z. B. bei Rekurrenzspirochaeten, auftretenden Agglomerationen oder mit Degenerationsvorgängen nichts zu tun haben. Sie kommen auch in gut gedeihenden Kulturen und in der Bauchhöhle von frisch infizierten Tieren reichlich vor. Mitunter kann man verfolgen, wie der ganze Haufen sich plötzlich wieder auflöst, und die Spirochaeten nach allen Seiten davonschwimmen.

III. Der feinere Bau der Spirochaete.

Ebenso wie im Leben sind im gefärbten Präparat die drei Teile der Weilschen Spirochaete, das Mittelstück und die beiden Enden deutlich zu unterscheiden. Die Enden sind umgebogen und, wie oben (S. 161) erwähnt, je nach ihrer Fixierung während der Bewegung im Leben, in Form und Lage verschieden.

Obwohl bereits im Leben gelegentlich erkennbar ist, daß der Spirochaetenkörper von einer engen Spirale gebildet wird, ist doch die Darstellung der Spirale im gefärbten Präparat nicht ganz einfach. Mit der für Bakterientrockenpräparate gebräuchlichen Methode dar Fixierung lassen sich Präparate, welche die Spiralwindungen des Körpers der Weilschen Spirochaete erkennen lassen, nicht gewinnen. Denn beim Antrocknen streckt sich der Spirochaetenkörper, worauf ich schon bei meinen Untersuchungen über Spirochaeta plicatilis hinwies (Zuelzer 1911), gerade aus, und die Windungen werden zerstört. Am besten bewährt sich die Fixierung mit Osmiumdampf. Für die Darstellung der Strukturfeinheiten sind ferner besonders Tuschepräparate gut geeignet. Dünne Ausstriche der Spirochaeten in Perltusche, mit Osmiumdampf fixiert, lassen die Spirochaeten ungefärbt aus dem schwarzen Untergrund hervorleuchten. Der Spirochaetenkörper erscheint in solchen Präparaten sehr deutlich spiralig gewickelt und dünn, meist feiner als auf Giemsa-Präparaten, bei denen die Farbe sich den

Spirochaeten auflagert. Die Tuschepräparate geben für die Dickenverhältnisse demnach auch ein natürlicheres Bild, und sind deshalb zum Messen geeigneter als Giemsa-Präparate.

Die Durchschnittslänge der Weilschen Spirochaete aus Meerschweinchen und Kaninchen ebenso wie aus Meerschweinchen- oder Kaninchenserumkultur beträgt 12 bis 15 μ. Die kürzesten Exemplare, die ich sah, waren 6—8 μ lang. Das längste Exemplar, das ich auffinden konnte, hatte ausnahmsweise eine Länge von 85 μ erreicht. Man findet sowohl in vitro, als auch im Tierkörper, nebeneinander alle Übergänge zwischen den angegebenen verschiedenen Längen. • Die Länge der Spirochaeten ist also unter den gleichen biologischen Bedingungen großen Schwankungen unterworfen. Die Variabilität der Länge beschränkt sich aber auf den geraden, langen Mittelteil, an welchem offenbar das individuelle Wachstum vor sich geht. Die umgebogenen Enden sind dagegen bei langen und kurzen Spirochaeten untereinander von ziemlich gleichbleibender konstanter Länge (Tafel III, Phot. 3—7).

Die Breite der Spirochaete ist konstant, aber sehr schwer meßbar. Sie beträgt etwa 0,2 μ. Die Weilsche Spirochaete ist sonach feiner als die Spirochaeta pallida, für welche eine Breite von $^1/_4$ μ (Doflein 1911) angegeben wird. Der Körper der Weilschen Spirochaete ist drehrund.

Auch an gut mit Osmiumdampf oder Sublimatalkohol fixierten, mit Giemsa- oder May-Grünwald-Lösung gefärbten Spirochaeten ist die Spirale nicht sichtbar, wenn die Präparate überfärbt sind. Denn es erscheint bei auch nur wenig überfärbten Giemsa-Präparaten die Spirochaete als einheitlicher Strich, von welchem sich nur gelegentlich die Endknöpfe mehr oder weniger deutlich absetzen (Tafel III, Phot. 1). Die nach Giemsa-Romanowsky oder nach May-Grünwald zunächst überfärbten Präparate müssen in Aceton-Xylol vorsichtig so lange differenziert werden, als sich noch blauer Farbstoff löst. Erst dann tritt in den Präparaten, und zwar erheblich deutlicher als im Leben, der Spiralbau der Spirochaete hervor (Tafel I, Fig. 2; Tafel III, Phot. 2—7).

Der Mittelteil des Körpers ist gleichmäßig dick. Die Enden verjüngen sich von ihren Umbiegungsstellen an und laufen schließlich in eine feine, ungeringelte Spitze aus. Die Länge der feinen, ungeringelten Spitzen, welche gleichsam aus der Umringelung herausragen, schwankt zwischen einer nicht meßbaren, aber eben noch erkennbaren Größe und etwa $1^1/_2$ μ. Der im Leben sichtbare, etwas stärker lichtbrechende runde Knopf, welcher der feinen Spitze aufsitzt, ist auch im gefärbten Präparate darzustellen (Tafel III, Phot. 3, 10, 11). Allerdings bestehen auch hier besondere Schwierigkeiten. Bei der Konservierung reißen nämlich öfters eine oder auch beide Spitzen mit den Knöpfen ab. Auf gut gelungenen, mit Giemsa- oder May-Grünwald-Lösung gefärbten Präparaten sind die Knöpfe leuchtend rot gefärbt. Doch bereitet die färberische Darstellung der Knöpfe auch bei dieser Färbung gewisse Schwierigkeiten. Selbst bei gut gelungenen Giemsa- oder May-Grünwald-Ausstrichpräparaten sind häufig nur bei einem Teil der Spirochaeten die Knöpfe gut rot gefärbt. Bei einer ganzen Reihe von Spirochaeten können aber auch in demselben Präparate diese Endkugeln ganz ungefärbt bleiben. Sie erscheinen dann an den

Enden der rot tingierten Spirochaeten als weiße, runde Lücken im hellblau gefärbten Untergrund.

Für die Darstellung der Endknöpfe sind ferner Tuschepräparate gut geeignet. Im dunklen Untergrund von Tuschepräparaten lassen die Endknöpfe große, ungefärbte runde Lücken; sie erscheinen hier viel größer als selbst in recht stark und gut gefärbten Giemsa-Präparaten und auch größer, als sie im Leben im Dunkelfeld sichtbar sind (Tafel I, Fig. 4; Tafel III, Phot. 8—11). Dies scheint mir darauf hinzudeuten, daß eine nicht färbbare Hülle die Endknöpfe umgibt.

Differenziert man Giemsa- oder May-Grünwald-Präparate, die mit Methylalkohol fixiert sind, sehr ausgiebig mit Aceton, bis die meiste Farbe ausgezogen ist, so erkennt man, daß die feinen ungeringelten Spitzen an den umgebogenen Enden der Spirochaete die Enden eines die ganze Spirochaete durchziehenden Fadens sind, welcher sich durch den ganzen Körper hindurch verfolgen läßt (Tafel I, Fig. 10). Dieser die ganze Spirochaete durchziehende Faden tritt besonders deutlich in die Erscheinung, wenn die Präparate mit Osmiumdampf fixiert sind und nach der Fixierung vor der Färbung in einer 2%igen Natriumbicarbonatlösung ausgewaschen werden. Der gerade Faden durchzieht die Spirochaete; der spiralige Körper umwindet denselben allseitig schraubenförmig. — Entfärbt man vorsichtig Giemsa-Präparate unter dem Mikroskop so lange weiter, bis nicht nur blauer, sondern auch roter Farbstoff ausgezogen wird, so gelingt es mitunter, die ganze Spirale zu entfärben. Es bleibt dann nur der Mittelfaden als ein gerades, gestrecktes, fadenartiges Gebilde rotgefärbt übrig, welches an seinen beiden Enden je einen Endknopf trägt (Tafel I, Fig. 8b). Fast noch deutlicher sind diese Verhältnisse darstellbar, wenn man Immunserum oder taurocholsaures Natrium (1 : 10) zur lebenden Spirochaete im Dunkelfeld zusetzt. Zunächst wird die Spiralwindung der etwas langsamer, aber noch immer lebhaft beweglichen Spirochaeten sehr deutlich; nach wenig Minuten fängt dann die Spirale an, sich zu lösen. Die Lösung beginnt an den etwas dünneren Enden und schreitet nach der Mitte zu langsam fort. Dabei erkennt man, daß der zentrale, gerade Faden und die Endkörner nicht angegriffen und aufgelöst werden, sondern sichtbar bleiben. Schließlich wird die Spirale vollständig gelöst. Der Faden mit den Endkörnern bleibt dann allein übrig. Sowie die Lösung der Spirale beendet ist, schnurrt der Faden mit den Endknöpfen zusammen und verknäuelt und verklumpt vollkommen. An den so entstehenden zarten kleinen Knäueln kann man schließlich nicht mehr erkennen, daß es sich bei ihnen um die Überreste der Spirochaeten handelt. Der gegen taurocholsaures Natrium resistente Faden mit seinen ebenfalls resistenten Endkörnern dürfte dem oben beschriebenen Mittelfaden, welcher die ganze Spirochaete durchzieht und sich nach Giemsa rot färbt, entsprechen.

Einer besonderen Besprechung bedarf endlich noch das auffallende Verhalten der Weilschen Spirochaete gegen die gebräuchlichen Kernfarbstoffe. Es gelingt weder mit Karmin- noch mit Hämatoxylin-Farbstoffen, noch mit Safranin oder mit Methylviolett, die Weilsche Spirochaete überhaupt auch nur zu tingieren. Selbst mit Heidenhainschem Eisenhämatoxylin ist dies unmöglich. Während angegeben wird, daß alle anderen hierauf untersuchten Spirochaeten sich namentlich mit Eisenhämatoxylin

sogar sehr distinkt blauschwarz färben, gelingt eine solche Färbung bei der Weilschen Spirochaete nicht. Selbst auf Spirochaetenausstrichen, die mit warmem Sublimatalkohol fixiert, 12—24 Stunden mit Eisenalaun gebeizt und 12—24 Stunden mit Hämatoxylin behandelt sind, bleiben die Spirochaeten ungefärbt. Nur der Untergrund des Ausstriches färbt sich je nach der Länge der Behandlung hellblau bis schwarzblau und läßt die ungefärbten Spirochaeten als helle Lücken, ähnlich wie bei den Tuschepräparaten, hervorleuchten. Auch hier erscheint wie bei den Tuschepräparaten der spiralig gewickelte Spirochaetenkörper gleichsam wie ein Negativ hell und ungefärbt. Die Enden der Spirochaeten sind in eine Spitze ausgezogen und tragen die Endkugeln, welche auch bei dieser Präparation wieder erheblich größer erscheinen als im Leben oder auf Giemsa-Präparaten. Auf solchen Präparaten läßt sich gelegentlich erkennen, daß die feine Endspitze noch etwa zur Hälfte in den Endknopf hineinragt, daß also die Endknöpfe den Spitzen haubenartig aufsitzen.

Wird die Eisenhämatoxylinbeizung und Färbung bis 72 Stunden fortgesetzt, so erhält man doch keine richtige, differenzierbare Durchfärbung, sondern es entsteht ein gelbbräunlicher Niederschlag auf der Spirochaete. Die Spirochaete erscheint dadurch körperlich-plastisch (Tafel III, Phot. 13—15). Die Spirochaete ist gewissermaßen durch den Farbniederschlag wie mit einem Mantel umhüllt, welcher die Form und Gestalt des Körpers besonders deutlich heraushebt. Die Endkörner treten kugelig hervor (Tafel III, Phot. 13 oben) und erscheinen vom übrigen Spirochaetenkörper deutlich abgesetzt.

Zusammenfassend ergibt sich, daß die Spirochaete der Weilschen Krankheit alle Kennzeichen einer echten Spirochaete aufweist. Der Spirochaetenkörper wird, ebenso wie beim Typus der Gattung Spirochaeta, bei Spirochaeta plicatilis, von einer echten plasmatischen Spirale gebildet, welche schraubenförmig in regelmäßigen engen Touren einen zentral gelegenen, gerade gestreckten Achsenfaden umwindet. Die äußersten Enden des Achsenfadens werden nicht mehr vom Plasma umwunden, sondern ragen frei aus der Spirale hervor.

Die beiden Spitzen des Achsenfadens endigen je in ein rundes Endkorn. Die Enden der Spirochaete sind umgebogen. Solche Endkörner sind auch bei Spirochaeta plicatilis vorhanden, und daher nicht als Besonderheit aufzufassen. Wohl aber sind die stets umgebogenen, selbständig beweglichen Enden der Weilschen Spirochaete, aus welchen — abweichend von allen anderen Spirochaeten — der die Endkörner tragende Achsenfaden nackt herausragt, als besonders charakteristisch für diese Spirochaete zu bezeichnen. Die Unmöglichkeit, die Weilsche Spirochaete oder Teile derselben mit Kernfarbstoffen zu tingieren, läßt wohl den Schluß zu, daß die Spirochaete achromatisch, frei von Nucleoproteiden ist. Hierauf deutet auch die so sehr geringe Lichtbrechung hin, die es unmöglich macht, die Spirochaete (ohne Dunkelfeldbeleuchtung) lebend und ungefärbt zu erkennen.

I. Fortpflanzung.

Nach meinen bisherigen Beobachtungen scheint sich die Weilsche Spirochaete sowohl im Tierkörper als auch in der Kultur ausschließlich durch Teilung, und zwar

durch Querteilung zu vermehren. In der überwiegenden Anzahl der Fälle verläuft die Teilung als Zweiteilung. Sie ist in gut gedeihenden Kulturen, besonders vom dritten bis etwa zum zehnten Tage, häufig zu beobachten. Dabei läßt sich der ganze Teilungsverlauf an den lebenden Spirochaeten im Dunkelfeld oft gut verfolgen. In Versuchstieren fand ich die häufigsten Teilungen sowohl bei Mäusen als auch bei Meerschweinchen im Peritonealexsudat.

Wenn sich eine Spirochaete zur Teilung anschickt, so biegt sich unter lebhafter Bewegung des Organismus das sonst gerade Mittelstück zuerst halbkreisförmig ein (Taf. III, Phot. 16), um schließlich meist ziemlich genau in der Mitte scharf einzuknicken (Tafel III, Phot. 17; Tafel I, Fig. 7a). Die Spirochaete schwimmt in diesem eingeknickten Zustande unter zunächst einheitlichen Bewegungen des ganzen Körpers kurze Zeit weiter lebhaft umher. Bald aber beginnt sie an der Knickstelle allmählich sich auszuziehen (Tafel III, Phot. 18; Tafel I, Fig. 7c, d, e). In diesem Stadium fangen dann die beiden Teilhälften an, einander entgegengesetzte sehr lebhafte Bewegungen zu machen. Jede Teilhälfte kontrahiert sich für sich, die Enden schlagen unabhängig voneinander. Man erhält so bereits den Eindruck, daß es sich um Bewegungen von zwei verschiedenen Individuen handelt. Durch die starken Bewegungen der beiden Teile wird das eingeknickte dünnere Mittelteil noch weiter ausgezogen und verlängert. Es zeigt aber anfänglich noch immer unverändert den Verlauf der Spiralbildung (Tafel I, Fig. 7d; Tafel III, Phot. 19, 21). Bald aber beginnt nun diese Stelle unter fortschreitender Verlängerung sich weiter einzubiegen und sich ziemlich scharf von den dickeren und gerader gestreckten Mittelteilen der beiden Teilhälften abzusetzen, so daß nun deren Gestalt deutlich als zwei typische Weilsche Spirochaeten erkennbar wird (Tafel III, Phot. 23, 24). Das dünne Verbindungsstück zieht sich schließlich noch etwas weiter aus, bis es in der Mitte haarartig fein ist und keine Ringelung mehr erkennen läßt. Die Länge dieses ganz feinen, ungeringelten Verbindungsstückes ist bei den einzelnen Individuen großen Schwankungen unterworfen (Tafel I, Fig. 7e, f, g). Tafel III, Phot. 22 zeigt ein Exemplar, bei welchem der ungeringelte Mittelfaden ungewöhnlich lang ist. Ziemlich genau in der Mitte des feinen Mittelfadens knickt endlich die Spirochaete völlig ein, und die beiden Teilungshälften klappen nun gewöhnlich um die Knickstelle als Scheitelpunkt einige Zeit hin und her. Dabei nähern sich die beiden Teilstücke einander oder entfernen sich wieder voneinander wie die Schenkel eines Zirkels (Tafel III, Phot. 25, 26). Außerdem machen die beiden Teilstücke jetzt lebhafte, individuelle Bewegungen und zeigen bereits, eines unabhängig vom anderen, die verschiedenen für die Weilsche Spirochaete so charakterististischen mannigfaltigen Bewegungsformen. Tafel III, Phot. 26 gibt ein Teilungspaar wieder, bei dem die eine Teilhälfte das charakteristisch gerade gestreckte Mittelstück mit umgebogenen Enden, das andere eine S-Form zeigt. Auch die Phot. 25 auf Tafel III läßt erkennen, wie die beiden Teilstücke selbständig voneinander, bereits die verschiedenen, für die Weilsche Spirochaete charakteristischen Bewegungsformen bilden können. Noch vor dem Durchreißen des Verbindungsstückes tritt in der Mitte des verdünnten Fadens an der Knickstelle ein Körnchen auf, das sich optisch und färberisch ebenso verhält wie die auf S. 163 geschilderten Endkörner

(Tafel I, Fig. 7h, Fig. 5; Taf. III, Phot. 27, 28). Kurz nach dem Auftreten des einen Kornes in der Mitte des Verbindungsstückes tritt dicht daneben ein zweites Korn auf (Tafel I, Fig. 6; Tafel III, Phot. 29). Ob das zweite Korn durch Teilung aus dem ersten entsteht oder spontan auftritt, vermochte ich nicht festzustellen. Unmittelbar nach der Bildung des zweiten Kornes reißen die beiden Teilstücke zwischen den beiden Körnern, welche dann je ein Endkorn der neuen Spirochaete bilden, durch, und die beiden nun getrennten Spirochaeten schwimmen davon. Der Teilungsvorgang dauert von dem Augenblick an, wo die Körner auftreten, nur noch sehr kurze Zeit. Man kann deshalb dieses Teilungsstadium im Leben nur gelegentlich und nicht häufig beobachten, auch auf Präparaten ist es dementsprechend selten zu finden.

Wie ich erwähnte, beginnt der Teilungsvorgang der Spirochaete gewöhnlich in der Mitte, daher sind auch die aus der Teilung hervorgehenden Spirochaeten in der Regel gleich groß. Ausnahmsweise kann aber bei einzelnen Spirochaeten die Teilung auch einmal nicht ganz in der Mitte erfolgen (Tafel I, Fig. 7b), so daß dann die neugebildeten Spirochaeten geringe Größendifferenzen aufweisen.

Neben der Zweiteilung kommen auch Mehrfachteilungen vor. In einzelnen Fällen beobachtete ich Dreiteilung. Sie verläuft ebenso wie die Zweiteilung. Eine Spirochaete krümmt sich und knickt an zwei Stellen in ziemlich regelmäßigen Abständen scharf ein, so daß sich drei etwa gleich große Teilstücke bilden (Tafel III, Phot. 30). Die Knickstellen sind auch bei genauer Beobachtung vor dem Einknicken nicht irgendwie kenntlich. Allmählich ziehen sich dann — ebenso wie bei der Zweiteilung — die Knickstellen fein aus. Die Enden der einzelnen Teile biegen sich um, bis die drei Teilstücke wieder das charakteristische Aussehen von Weilschen Spirochaeten aufweisen (Tafel III, Phot. 31). Auch bei der Dreiteilung bleiben die Teilstücke zunächst längere Zeit miteinander verbunden und schwimmen unter lebhaften Kontraktionen der einzelnen noch zusammenhängenden Individuen umher. Das Durchreißen erfolgt dann nicht immer gleichzeitig an beiden Knickstellen, vielmehr schnürt sich häufig erst das eine Teilstück ab, während die beiden anderen Teilstücke sich erst später trennen. Die Dreiteilung muß also nicht immer gleichzeitig, sondern kann auch nacheinander erfolgen. Im übrigen verläuft die Dreiteilung ebenso wie die Zweiteilung als typische Querteilung. Mitunter erfolgt bei der Mehrteilung nicht nur das Abreißen der einzelnen Spirochaeten nacheinander, sondern der ganze Teilungsvorgang findet ungleichzeitig statt. Tafel III, Phot. 32 zeigt so eine Dreiteilung, bei welcher die obere Spirochaete bereits fertig ausgebildet mit angelegten Endkörnern im Begriff ist, sich loszuschnüren, während das andere Teilstück dagegen noch in einem früheren Stadium der Teilung steht, da in der Mitte des Verbindungsstückes erst ein Endkorn angelegt ist. In ähnlicher Weise wurden Vier- und auch Fünffachteilungen beobachtet.

Es war mir nicht möglich, bei der Weilschen Spirochaete zwischen Teilungsvermögen und Größe des Einzelindividuums eine Gesetzmäßigkeit festzustellen. Während Schellack (1908) bei seinen Untersuchungen über Recurrensspirochaeten die Zahl der Windungen konstant und brauchbar als Maß des Einzelindividuums fand, liegen in dieser Hinsicht bei der Weilschen Spirochaete offenbar andere Verhältnisse vor. Schellack sah, daß, sobald bei der Recurrensspirochaete die konstante

Maximallänge mit konstanter Windungszahl erreicht war, die Teilung eintrat. Ausgewachsene Spirochaeten Duttoni haben durchschnittlich 10 Windungen, die Teilstücke 4—6; amerikanische Recurrensspirochaeten 8 Windungen, die Teilstücke 3—4; europäische Recurrensspirochaeten endlich 10 und die Teilstücke 4—5 Windungen. Die Weilsche Spirochaete zeigt dagegen in der Beziehung von Längenwachstum und Teilungsintensität keine derartige Gesetzmäßigkeit. Bei der Weilschen Spirochaete können sich unter den gleichen biologischen Bedingungen sowohl im Tierkörper, wie in der Kultur gleichzeitig kurze und lange Individuen teilen. Auch kann schon bei Spirochaeten mittlerer Größe Dreiteilung vorkommen, während gleichzeitig bei sehr erheblich längeren Individuen nur Zweiteilung beobachtet wird. Zweiteilungen wurden festgestellt bei Spirochaeten von nur 10 μ Länge und bei solchen von 60 μ Länge. Die Phot. 20 und 21 auf Tafel III zeigen zwei solche Teilungsstadien, welche vom gleichen Ausstrich derselben Kaninchenserumkultur stammen, bei Spirochaeten von sehr verschiedener Größe. Ist Teilungstendenz vorhanden, so findet man, und zwar sowohl im Tier als auch in der Kultur, gleichzeitig Teilungsstadien — Zweiteilung und Dreiteilung — bei Spirochaeten der verschiedensten Länge. Längenwachstum und Teilungstendenz sind demnach, wenigstens bei der Weilschen Spirochaete, voneinander unabhängige Faktoren. Die auf Tafel III, Phot. 6, 7 abgebildeten sehr großen Spirochaeten zeigten, obwohl sie aus einer Kaninchenserumkultur stammen, in welcher bereits kurze Individuen (12 μ lang) reichlich in Teilung zu finden waren, keinerlei Anzeichen einer bevorstehenden Teilung. Dabei sind dies die längsten Exemplare, die ich überhaupt zu beobachten Gelegenheit hatte. Daß es sich bei ihnen um einzelne Spirochaeten und nicht um mehrere, kettenartig aneinander liegende Individuen handelt, beweisen wohl die für jede einzelne Weilsche Spirochaete so charakteristischen umgebogenen Enden.

V. Verhalten der Spirochaeten im Tierkörper.

Während die Weilschen Spirochaeten unter denselben biologischen Bedingungen in der Länge bedeutende Unterschiede aufweisen, hinsichtlich der Dicke aber sich ziemlich gleich verhalten, zeigen sie dagegen in verschiedenen Kulturmedien und in den verschiedenen, einzelnen Tierarten nicht nur bezüglich ihrer Länge, sondern auch in ihrer Dicke deutliche Unterschiede.

Im Meerschweinchen und in der Meerschweinchenserumkultur weisen die Spirochaeten gleichmäßig die Größen- und Dickenverhältnisse auf, wie sie in den vorhergehenden Abschnitten näher beschrieben worden sind. Im Kaninchenperitonealexsudat und in Kaninchenserumkultur waren sie dagegen meist etwas länger und stärker. Noch deutlicher trat eine gewisse Größenzunahme in den Eselserumkulturen in Erscheinung, die Spirochaeten erreichten hier jeweils ihre größte Durchschnittslänge. Dagegen waren sie in der Maus deutlich feiner, dünner und durchschnittlich auch kürzer als im Meerschweinchen. Es sind Untersuchungen in Angriff genommen, die Veränderlichkeit der Spirochaeten in verschiedenen Versuchstieren und verschiedenen Kulturmedien noch genauer zu prüfen. Jedenfalls ließen schon meine bisherigen Beobachtungen erkennen, daß verschieden geartetes Eiweiß regelmäßige, formative

Variationen erzeugt, wobei aber, wie ich besonders hervorheben möchte, der feinere Bau der Weilschen Spirochaete in den verschiedenen Medien genau immer in der gleichen charakteristischen Weise erhalten bleibt, wie er vorstehend beschrieben worden war.

Was das Vorkommen und die Verteilung der Spirochaeten im Tierkörper anlangt, so fand ich mit ziemlicher Regelmäßigkeit Spirochaeten in großen Mengen im Peritonealexsudat kranker Tiere. Auch Teilungen konnte ich hier sehr häufig beobachten. Bei schwer kranken Tieren ließen sich auch im Blut häufig, aber nicht regelmäßig, Spirochaeten nachweisen. — In den Organen infizierter Tiere gelingt der Nachweis der Spirochaeten am besten in Schnittpräparaten mittels der älteren Levaditi-Methode. Sie kommen in der Milz nur verhältnismäßig spärlich vor, reichlicher sind sie in der Lunge und weitaus am reichlichsten in der Leber der erkrankten Tiere zu finden. Dabei sind sie nicht gleichmäßig über die ganze Leber verteilt, sondern treten herdweise auf. Schnitte durch solche Stellen der Leber, an denen massenhaft Spirochaeten angesammelt sind, ergeben recht charakteristische Bilder. Die Spirochaeten umlagern hier dicht die einzelnen Leberzellen und erfüllen die intercellularen Lymphspalten (Tafel II, Fig. 12, 15; Tafel IV, Phot. 39—41). Diese netzartige Anordnung von meist kürzeren Spirochaeten ist besonders charakteristisch. Durch das massenhafte Auftreten der Spirochaeten wird das normale Lebergewebe schwer geschädigt, und es kommt zur Bildung von Nekrosen. In den Leberschnittpräparaten von an Weilscher Krankheit zugrunde gegangenen Tieren sieht man sehr häufig solche nekrotischen Herde, an deren Übergangsstellen zum erhaltenen Lebergewebe sich dann meist noch einige gut färbbare, in der Form gut erhaltene Spirochaeten finden. Im toten Gewebe selbst sind dagegen keine Spirochaeten mehr festzustellen, sie gehen hier entweder mit dem Gewebe zusammen zugrunde oder wandern aus. Die zwischen den Leberzellen mitunter eingelagerten Leukocyten sind gewöhnlich vollgepfropft mit Spirochaetenresten, von denen einzelne, ziemlich erhalten, noch die typische Spirochaetenform erkennen lassen, während die Mehrzahl bereits mehr oder weniger stark verdaut ist. Im Bindegewebe sind nur wenige Spirochaeten nachweisbar (Tafel II, Fig. 12). Auch im Innern der Gefäße treten sie frei zwischen den roten Blutkörpern liegend verhältnismäßig spärlich auf (Tafel II, Fig. 12). Wohl aber finden sich auch hier in den Leukocyten ziemlich zahlreich halb oder ganz verdaute wie auch noch einzelne gut erhaltene, erst frisch aufgenommene Spirochaeten. Nicht selten trifft man in den Gefäßen von an Weilscher Krankheit eingegangenen Meerschweichen Thrombenbildung, wobei ebenfalls in den Leukocyten große Mengen von Spirochaetenresten gut erkennbar und nach Levaditi versilbert leicht nachweisbar sind (Tafel II, Fig. 12). In dem die Blutgefäße umgebenden Bindegewebe finden sich die Spirochaeten wieder nur spärlich. Einzelne in der Bewegung fixierte Exemplare lassen aber erkennen, daß sie das Bindegewebe durchwandern. Die Spirochaeten sind auch imstande, die Gefäßwände zu durchbohren und zu durchwandern. Sowohl in der Wand von Arterien als auch von Venen fand ich wohlausgebildete, in der typischen Bewegung fixierte Spirochaeten (Tafel I, Fig. 12, 13).

Ebenso konnte ich zwischen den Epithelzellen der Gallengänge durchwandernde Spirochaeten nachweisen. Tafel IV, Phot. 42, zeigt bei schwacher Vergrößerung

Spirochaeten, welche die Gallengangwand durchwandern. Besonders deutlich kommt dieser Vorgang auf einem Schnitt durch den Gallengang eines Meerschweinchens auf Tafel II, Fig. 14, zur Darstellung, wo die typischen Bewegungen der knickend und drehend sich zwischen den Epithelzellen vorwärts bohrenden Spirochaeten deutlich sichtbar sind.

Schnittpräparate von der Mäuseleber gaben ganz ähnliche Bilder wie die der Meerschweinchenleber (Tafel II, Fig. 15). In der Lunge finden sich, wie erwähnt, die Spirochaeten spärlicher als in der Leber. Die Spirochaeten liegen aber auch hier, wenn auch nicht so gleichmäßig und nicht in so erheblicher Menge wie in der Leber, in kleinen Gruppen zwischen den Zellen und umgeben teilweise die Lungenalveolen. Die Weilschen Spirochaeten scheinen nach den erhobenen Befunden die parenchymatösen Organe zu bevorzugen. Sie leben vorwiegend und zum Teil in großer Menge in den Intercellularräumen, während sie im Bindegewebe verhältnismäßig spärlich anzutreffen sind. Diese Beobachtungen sprechen im Verein mit den auf Tafel II, Fig. 13 und 14, abgebildeten Verhältnissen, wo die Spirochaeten die Gefäßwände durchwandern, und in Verbindung mit der Tatsache, daß Teilungen am häufigsten in dem Peritonealexsudat zu beobachten waren, dafür, daß bei den intraperitoneal infizierten Meerschweinchen die Verbreitung und Vermehrung der Spirochaeten im Tierkörper zunächst hauptsächlich auf dem Lymphwege erfolgt. Erst von hier aus wandern die Spirochaeten in das Bindegewebe und die Blutgefäße ein und gelangen so in die Blutbahn. Ein stärkeres Auftreten der Spirochaeten in der Blutbahn wurde bei den Versuchstieren immer erst bei weit vorgeschrittener Erkrankung festgestellt. Teilungen habe ich in der Blutbahn sehr selten beobachtet. Bei der durch intraperitoneale Infektion erzeugten Erkrankung der Meerschweinchen zeigt somit die Weilsche Spirochaete einmal hinsichtlich des späteren stärkeren Auftretens im Blut eine gewisse Ähnlichkeit mit der Recurrensspirochaete, andererseits weist aber ihr organotropes Verhalten, besonders in der Art, wie sie die Leber befällt und zerstört, auch auf eine gewisse Übereinstimmung mit der Spirochaete pallida hin, wenngleich die Verteilung und Anordnung der Weilschen Spirochaete in der Leber selbst doch eine wesentlich andere ist, als die der Syphilisspirochaeten. Zwischen der überwiegenden Gewebsparasitennatur der Spirochaeta pallida und der ausgesprochenen Blutparasitennatur der Spirochaeta recurrentis nimmt sonach die Weilsche Spirochaete eine gewisse Mittelstellung ein.

VI. Systematische Stellung der Weilschen Spirochaete.

Betrachtet man den Bau der Weilschen Spirochaete, so fällt die große Übereinstimmung auf, welche sie mit der ganzen Organisation der Spirochaeta plicatilis Ehrb., dem Typus der Gattung Spirochaeta zeigt. Wie bei der Weilschen Spirochaete ist auch bei der Spirochaeta plicatilis das in echten Spiralen aufgewundene Protoplasma von einem geraden Achsenfaden durchzogen, dessen beide Spitzen ebenfalls je in ein stark färbbares Körnchen enden. Die Körperspiralen sind bei beiden Spirochaeten stabil, und bleiben bei allen Bewegungen erhalten. Bei der $1/2$ bis $3/4$ μ breiten, bis 500 μ langen Spirochaeta plicatilis läßt sich bereits im Leben der alveoläre Bau des

Plasmas gut erkennen und feststellen, daß die Bewegungen durch lebhafte Plasmaströmungen des spiralig gedrehten Plasmas hervorgerufen werden. Diese sind das aktiv bewegende kontraktile Element bei der Spirochaetenbewegung, während der zentrale, stets gerade gestreckt bleibende, elastische Achsenfaden gewissermaßen als Antagonist bei der Bewegung wirkt. Ich habe bei Besprechung dieser Verhältnisse in einer früheren Arbeit (Zuelzer 1911, S. 13) auch auf die Übereinstimmung des Baues der Spirochaeta plicatilis, wie ich ihn damals erkannte, mit dem von Cilien und Geißeln, speziell von Flagellatengeißeln, hingewiesen. Bütschli, Gurwitsch, Prowazek, Schuberg und andere haben gezeigt, daß auch bei Geißeln eine elastische, axiale Faser von einer plasmatischen Hülle wie von einer Schraube umzogen wird, und haben das Zustandekommen der Geißelbewegungen und Cilienschwingungen durch die feste Verbindung von elastischem Faden und kontraktiler Hülle erklärt. Die Organellen, welche die Form einer schraubigen Spirale haben, besitzen eigene aktive Bewegungsfähigkeit. Das Plasma bildet, ähnlich wie bei der Amoebenbewegung, durch Oberflächenspannungsänderungen das aktiv kontraktile Element, während der feste Achsenfaden als formgebendes und stützgebendes Element für das ihn umgebende Plasma dient und bei der Bewegung den antagonistisch wirkenden, elastischen Bestandteil darstellt. Das Endkorn des Achsenfadens der Spirochaeta plicatilis ist dabei gewissermaßen als Verankerungsstelle des elastischen Elementes aufzufassen. Das Vorhandensein eines solchen Endkornes am elastischen Element der Spirochaete ist ein weiteres Analogon für die Übereinstimmung im Bau derselben mit Geißeln und Cilien, da auch die Geißeln und Cilien einem in der Zelle färberisch besonders differenzierbaren, im Leben stark lichtbrechenden Basalkorn oder Basalkörper (Blepharoplast) entspringen. Von vielen Autoren werden diese Gebilde als Bewegungszentren gedeutet. Entwicklungsgeschichtlich sind sie die Bildner dieser Organellen, die von ihnen ausgehen.

Mit diesem geißelartigen Bau der Spirochaeta plicatilis stimmt, wie auf S. 164 gezeigt wurde, die Organisation der Weilschen Spirochaete im wesentlichen überein. Der zentral gelegene, geradegestreckte Achsenfaden der Weilschen Spirochaete (S. 161, Tafel I, Fig. 8a u. b, 10) muß, wie die sehr lebhaften Bewegungen der Spirochaete zeigen, ganz besonders elastisch sein. In der ihn in sehr engen, steilen, schraubigen Touren umwindenden Plasmaspirale lassen sich jedoch — was durch die Kleinheit der Spirochaete verständlich ist — feinere Strukturen oder gar Strömungserscheinungen wie bei Spirochaeta plicatilis nicht erkennen. Wie erwähnt, umwindet allerdings bei der Weilschen Spirochaete die Spiralhülle den Achsenfaden nicht völlig bis ans Ende, sondern läßt das Endstück des Achsenfadens mehr oder weniger lang frei hervorragen. Auch hierbei ist die Übereinstimmung dieser Organisationsverhältnisse mit denen von Geißeln und Cilien hervorzuheben.

Schuberg (1905) weist in seiner Arbeit über Cilien und Trichocysten einiger Infusorien nach, daß die Cilien verschiedener Infusorien, ebenso wie dies schon durch Bütschli (1883) von Geißeln vieler Mastigophoren bekannt ist, einen feinen Endfaden erkennen lassen. Das gleiche Bild zeigt das am Ende des Schwanzfadens vieler tierischer Spermatozoen sich absetzende „Endstück". Diese feine Differenzierung

des Endstückes, welches gelegentlich bis $^1/_3$ der ganzen Länge einer Cilie oder Geißel lang sein kann, kommt dadurch zustande, daß die schraubig gewundene, plasmatische Hülle den geraden Achsenfaden nicht bis ans Ende umwindet. „Das äußerste Ende dieses Achsenfadens läßt keine Hülle mehr wahrnehmen und bildet die schon von Löffler entdeckte und dann von Fischer eingehend dargestellte Endspitze der Geißel" (Bütschli 1902, S. 52, 68).

Schuberg (1905) gibt in seiner Arbeit auf Tafel V, Fig. 18, eine Photographie von Bütschli wieder, welche diese Verhältnisse bei den Cilien von Cyclidium glaucoma auf das klarste erläutert. Auf dieser Photographie fällt auf, daß die feinen Endstücke der gekrümmten Cilien an der Spitze, wo das Endstück aus der spiral gedrehten Hülle nackt hervorragt, eine der basalen Krümmung entgegengesetzte Krümmung deutlich erkennen lassen. Es entspricht dies ganz dem Bilde, wie es die so typisch und charakteristisch umgebogenen Enden der Weilschen Spirochaete — abweichend von allen anderen Spirochaeten — zeigen. Auch die gekrümmten Enden der Weilschen Spirochaete lassen also analog dem Cilienendstück an ihren beiden Enden den Achsenfaden frei herausragen und sind wie jene stets mehr oder weniger umgebogen.

Was nun die weitere von diesen Analoga abweichende Ausbildung der differenzierten, je ein Endkorn tragenden Enden der Weilschen Spirochaete betrifft, so dürfte sie vermutlich mit der Bewegungsart dieser Spirochaeten zusammenhängen. Die Weilsche Spirochaete hat nicht die schraubigen Vorwärtsdrehungen der anderen pathogenen Spirochaeten, sondern sie bewegt sich hauptsächlich mit Hilfe der besonders differenzierten, lebhaft schlagenden Enden vorwärts. Die Endkörner haben dabei offenbar nicht mehr nur die gleiche physiologische Bedeutung wie diejenigen am Ende des Achsenfadens der Spirochaeta plicatilis, sondern sie dienen hier noch gleichsam als Regulatoren für die Bewegung. Sie funktionieren gewissermaßen wie Gewichte, welche bei den Schwingungen der feinen Enden die Reibung und den Widerstand des umgebenden Mediums überwinden helfen. Die typische Spirochaetenspirale ist im Vergleich mit den anderen Spirochaeten bei unserm Organismus überaus fein und schwach entwickelt. Dementsprechend vermögen diese Spirochaeten nicht, sich wie die anderen pathogenen Spirochaeten schraubig vorwärts zu bohren, sondern die hierfür angepaßten Enden vermitteln die Bewegung. Durch diese charakteristische Differenzierung der Enden weicht die Weilsche Spirochaete von allen bisher bekannten Spirochaeten ab. Im feineren Bau dagegen zeigt sie in allen wesentlichen Punkten solche Übereinstimmung mit dem Typus der Gattung Spirochaeta, mit der Spirochaeta plicatilis, und besonders auch mit der, dem gleichen Genus angehörigen Spirochaeta stenostrepta Zuelzer (Tafel IV, Phot. 43, 44 syn. Spirochaeta minima Dobell) eine so auffallende Ähnlichkeit, daß ich nicht zögere, sie diesem Genus als besondere Spezies einzureihen.

Uhlenhuth und Fromme (1915) haben schon nach den Angaben in ihrer ersten Arbeit im Herbst 1915 den Erreger der Weilschen Krankheit als typische Spirochaete erkannt und ihn als sehr formenreiche, geschlängelte, feine, zarte Spiro-

chaete beschrieben. Sie haben dabei auch bereits als besonders charakteristisch auf die häufig umgebogenen Enden aufmerksam gemacht, welche oft knopfartige Verdickungen aufweisen. Sie betonten aber, daß typische Spirochaetenwindungen bei der Spirochaete nicht zu erkennen wären. Wie ich erwähnte, erhält man solche Präparate, welche typische Spirochaetenwindungen vermissen lassen, auf gewöhnlichen Trockenpräparaten, oder wenn Präparate der Weilschen Spirochaeten überfärbt sind, wie Tafel III, Phot. 1, zeigt. Lebensfrisch fixierte Spirochaeten zeigen bei der vorher angegebenen Färbetechnik aber regelmäßig die charakteristischen Erscheinungsformen (Tafel III, Phot. 2—11), welche auch immer die bei der Weilschen Spirochaete allerdings sehr feinen, typischen Spirochaetenwindungen erkennen lassen.

Hübener und Reiter haben anfänglich eine deutlichere Beschreibung des Erregers der Weilschen Krankheit noch nicht geben können. Sie machten darüber folgende Ausführungen: „Im gefärbten Giemsa-Präparat sind fast in jedem Leberausstrich typisch kranker Meerschweinchen Gebilde sichtbar, die man am besten mit den feinsten Geißeln der Trypanosomen vergleicht. Daneben kommen massenhaft kleinste, schwach gefärbte Protoplasmakügelchen mit größeren bläulichen Körperchen und kleinem, stäbchenförmigem, sich rot färbendem Kern vor, wie man sie bei Kala-azar findet."

Aus diesen Angaben ist das Bild der Weilschen Spirochaeten nicht zu erkennen. In ihren späteren Arbeiten (1916 a S. 1, 1916 b S. 176) sprechen die Autoren „von feinen Geißelformen, die man vielleicht als Spirochaeten ansprechen kann" und „von feinen Fäden, die den Eindruck von Spirochaeten machen". Sie sahen „häufig an einem Ende der Spirochaete ein sich ebenfalls mit Giemsa rotfärbendes Knötchen (Knöpfchen), so daß dann mehr kaulquappenähnliche Gebilde entstehen. Zuweilen scheinen von einem solchen Knötchen (Knöpfchen) die Geißelgebilde büschelförmig auszustrahlen, auch Knötchen (Knöpfchen-)bildung in der Spirochaete kann man beobachten".

Dazu ist zu bemerken, daß Hübener und Reiter offenbar bei den büschelförmigen Geißelgebilden mehrere aneinander lagernde Spirochaeten gesehen haben. Die von den Autoren in der Körpermitte der Spirochaeten beobachtete Knöpfchenbildung ist sehr häufig bei nicht lebensfrischen Exemplaren zu finden. Es handelt sich bei dieser Erscheinung um typische, pathologische Vorgänge an der Spirochaete, die leicht zu solchen Degenerationserscheinungen neigt. Besonders reichlich sah ich eine derartige Knoten (Knospen)bildung in Spirochaeten aus Kulturen, die aus irgend einem Grunde, z. B. durch Bakterienverunreinigung schlecht gediehen, sich sehr mangelhaft vermehrten und bald zugrunde gingen. Ich fand dort Spirochaeten mit mehr oder weniger zahlreichen solchen Knoten; dieselben bleiben beim Absterben und Zerfall der Spirochaeten körnerartig noch einige Zeit erhalten. Besonders deutlich sieht man beim Anlegen von neuen Kulturen das Zugrundegehen zahlreicher Spirochaeten unter solcher Knotenbildung, während man deutlich verfolgen kann, daß das Gedeihen und die Entwicklung der neuen Kultur darauf beruht, daß gerade bei den Exemplaren, welche keine Knoten (Knospen)bildung zeigen, eine intensive Teilung einsetzt. Ein weiterer Beweis dafür, daß diese Knoten Degenerations- und nicht etwa Entwicklungs-

produkte sind, ist ferner dadurch zu erbringen, daß man sie künstlich herstellen kann. So kann man solche Knötchenbildung leicht erzeugen, wenn man zu lebensfrischen Spirochaeten Immunserum oder chemische Mittel wie z. B. eine 2%ige Lösung von Natriumbicarbonat zusetzt. Solche, offenbar durch Plasmolyse erzeugte Knöpfchen, welche auch von Uhlenhuth und Fromme beobachtet wurden, haben aber mit der Struktur der normalen Spirochaete nichts zu tun. Auch bei den anderen, besonders den nicht frei lebenden Spirochaeten sind derartige pathologische Knötchenbildungen häufig und als Degenerationserscheinungen bekannt. Ich verweise auf die Arbeiten von Krzysztalowicz und Siedlicki (1903, 1908), wo derartige Bildungen bei Spirochaeta pallida abgebildet sind. Nach diesen atypischen Knötchen ist die Weilsche Spirochaeta von Hübener und Reiter „Spirochaeta nodosa" benannt worden[1]).

Auch die von Innada und seinen Mitarbeitern (1916) gegebene Beschreibung des Erregers der Weilschen Krankheit weicht ganz erheblich von den von mir erhobenen Befunden ab. Die Autoren bezeichnen den von ihnen festgestellten Erreger als Spirochaete. Nach ihrer Schilderung ist aber die Spirochaete in eigenartiger Weise abwechselnd aus einem größeren, stärker lichtbrechenden und einem kleineren, schwächer lichtbrechenden Körnchen (im ganzen 25—40) zusammengesetzt, wodurch sie rosenkranzartig erscheint. Nach dieser Beschreibung ist anzunehmen, daß die Autoren offenbar die feinen Spiralwindungen der lebenden Spirochaeten gesehen haben. Die in verschiedenen Ebenen liegenden und deshalb durch ungleichmäßige Lichtbrechung verschieden aufleuchtenden Windungen wurden aber von ihnen nicht als solche erkannt, sondern als einzelne wie Rosenkranzperlen aneinander gereihte Körnchen gedeutet. Die oben als Degenerationserscheinungen bezeichneten Körner im Spirochaetenkörper wurden von den Autoren ebenfalls beobachtet, aber als „Chromatinknospen" angesprochen. Auch die der Arbeit beigefügten Figuren geben weder bei den isolierten noch bei den in Gewebsschnitten dargestellten Spirochaeten ein eindeutiges Bild über die charakteristische Gestalt und den feineren Bau der Spirochaeten oder über ihre typische Anordnung, Lage und Verteilung im Gewebe. Ich verweise besonders auf Tafel 59, Fig. 19 der Arbeit, welche bei einem Leberpräparat nirgend die für die Weilschen Spirochaeten so sehr charakteristische Anordnung in den Lymphspalten zwischen den Leberzellen erkennen läßt. Phagocytose haben die Autoren in den Leukocyten der infizierten Tiere und kranken Menschen nicht beobachtet, während ich solche sehr häufig nachweisen konnte (Tafel II, Fig. 12). Endlich ist es auffallend, daß in der Arbeit, obgleich darin auch über die gelungene

[1]) Während der Drucklegung dieser Arbeit erschien eine weitere Mitteilung zur Ätiologie der Weilschen Krankheit von Reiter (1916 biol. klin. Wochenschrift) Nr. 31, S. 872), in welcher von Dauerformen (Ruhestadien) der Spirochaete berichtet wird. Diese sollen aus den bei Kulturspirochaeten immer reichlicher werdenden kokkenartigen Spirochaetenknospen (Knoten) hervorgehen. Deshalb wird abermals darauf hingewiesen, daß im Namen Spirochaeta nodosa die Bedeutung dieser Knospen betont werde. Wie oben (S. 173) ausgeführt wurde, handelt es sich bei derartiger Knospen- oder Knotenbildung um pathologische Vorgänge, die in degenerierenden Kulturen und bei absterbenden Spirochaeten oft und leicht zu beobachten sind. Reichliche Bildung dieser Knoten ist ein Zeichen für degenerierende Kulturen.

Züchtung der Spirochaeten berichtet wird, keinerlei Angaben über die doch so häufig auftretenden, und nicht zu übersehenden Teilungen gemacht werden.

Innada und seine Mitarbeiter lassen zunächst die Frage noch offen, ob die von ihnen entdeckte Spirochaete mit dem Erreger der in Europa vorkommenden Weilschen Krankheit identisch ist. Sie bezeichnen die von ihnen gefundene Spirochaete als „Spirochaeta icterohaemorrhagiae".

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Der Erreger der Weilschen Krankheit ist eine echte Spirochaete. Die Spirochaete ist achromatisch, es fehlen ihr Nucleoproteide. Darauf beruht einmal die Unmöglichkeit, die Spirochaete mit typischen Kernfarbstoffen zu färben und andererseits ihr schwaches Lichtbrechungsvermögen, wodurch sie unter gewöhnlichen Bedingungen im Mikroskop nicht erkennbar ist, sondern nur im Dunkelfeld wahrgenommen werden kann.

2. Die Weilsche Spirochaete ist nach dem Typus der Spirochaeta plicatilis gebaut: eine Spirale umwindet einen geraden Achsenfaden, welcher an seinen Enden je ein Endkorn trägt. Der Spirochaetenkörper ist zylindrisch. Die Weilsche Spirochaete bildet eine besondere Spezies des Genus Spirochaeta, welche charakterisiert ist durch den Gegensatz von einem geraderen, dickeren und etwas starreren Mittelstück und den zugespitzten, umgebogenen, aktiv beweglichen Enden, welche die bei ihr besonders stark ausgebildeten Endkörner tragen[1]).

3. Die Weilsche Spirochaete vermehrt sich durch Querteilung. Es wurde Zwei- und Dreiteilung beobachtet. Teilungsintensität und Längenwachstum stehen in keiner gesetzmäßigen Beziehung zueinander, sondern die Individuen der verschiedensten Längen haben die Fähigkeit, sich zu teilen.

4. Die Weilsche Spirochaete nimmt bezüglich ihres Auftretens im Blut und im Gewebe eine gewisse Mittelstellung zwischen der Recurrens- und der Syphilisspirochaete ein. Sie findet sich sowohl in den parenchymatösen Organen und im Bindegewebe, wie in der Blutbahn und vermag Gefäßwandungen zu durchwandern. Sie scheint sich namentlich im Lymphgefäßsystem der infizierten Tiere aufzuhalten und sich auch hier hauptsächlich zu vermehren.

Abgeschlossen 1. August 1916.

Literaturverzeichnis.

1880—89. Bütschli, O., Protozoa. Bronns Klassen u. Ordn. des Tierreichs. Bd. I, Abt. 3.

1902. Derselbe, Bemerkungen über Cyanophyceen und Bakterien in Arch. f. Protistenk. I. Bd.

1912. Dobell, Reseacles on some Spirochaets and related organisms. Arch. f. Protistenk. Bd. 25.

1911. Doflein, Lehrbuch der Protistenkunde. Jena (G. Fischer).

[1]) Die zoologische Speziesdiagnose der Weilschen Spirochaete würde demnach lauten: Genus Spirochaeta. Spezies: Spirochaeta icterohaemorrhagiae Innada und Ido (syn. Spirochaeta icterogenes Uhlenhuth und Fromme, syn. Spirochaeta nodosa Hübener und Reiter). Durchschnittslänge 12—14 μ; Dicke 0,2 μ. Die umgebogenen Enden sind scharf vom Körper abgesetzt, spitzen sich zu, laufen in ein Endstück aus, welches je ein Endkorn trägt. Die Enden sind besonders beweglich. Vermehrung durch Querteilung (Zwei- und Dreiteilung).



1916. **Haendel, Ungermann und Jaenisch**, Experimentelle Untersuchungen über den Erreger der Weilschen Krankheit. Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 51.

1915. **Hübner und Reiter**, Beiträge zur Ätiologie der Weilschen Krankheit. I. Mitt. Dtsch. med. Wochenschrift Nr. 43.

1916a. **Dieselben**, Beiträge zur Ätiologie der Weilschen Krankheit. Dtsch. med. Wochenschrift Nr. 1.

1916b. **Dieselben**, Die Ätiologie der Weilschen Krankheit. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankheiten Bd. 81.

1916. **Inada, Ido, Hoki, Kaneko, Ito**, The Etiology mode of infection and specific therapy of Weil's desease (Spirochaetosis icterohaemoragica). Journ. of experimental medicine Bd. 23, Nr. 3.

1905. **Krzysztalowicz und M. Siedlecki**, Contribution à l'étude de la structure et du cycle évolutif de Spirochaeta pallida Schaud. Extr. du bull. de l'academie des sciences de Cracovie.

1908. **Dieselben**, Étude experimentale de la syphilis; morphologie de Spirochaeta pallida. Extr. du bull. de l'academie des sciences de Cracovie.

1910. **Prowazek, S.**, Einführung in die Physiologie der Einzelligen. Leipzig u. Berlin (B. G. Teubner).

1912—14. **Derselbe**, Handbuch der pathogenen Protozoen. Bd. I u. II.

1908. **Schellack**, Morphologische Beiträge zur Kenntnis der europäischen, amerikanischen und afrikanischen Recurrensspirochaeten. Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 27.

1905. **Schuberg**, Über Cilien und Trichocysten einiger Infusorien. Arch. f. Protistenkunde Bd. 6.

1915. **Uhlenhuth und Fromme**, Experimentelle Untersuchungen über die sog. Weilsche Krankheit (ansteckende Gelbsucht). Med. Klinik Nr. 44, 46, 47.

1916. **Dieselben**, Zur Ätiologie der sog. Weilschen Krankheit (ansteckende Gelbsucht). Berl. klin. Wochenschrift Nr. 11.

1916. **Ungermann**, Die Reinkultur der Weilschen Spirochaete, der Hühner- und der Recurrensspirochaete. Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 51.

1916. **Derselbe**, Verhandlungen der außerordentlichen Tagung des deutschen Kongresses für innere Medizin in Warschau. S. 179.

1911. **Zuelzer**, Über Spirochaeta plicatilis und deren Verwandtschaftsbeziehungen. Arch. für Protistenkunde Bd. 24.

1917. **Dieselbe**, Über die Weilsche Spirochaete und deren Verwandtschaftsbeziehungen. Vorl. Mitt. Sitzungsber. naturf. Freunde. Berlin, Januar 1917.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1 ist nach dem Leben im Dunkelfeld gezeichnet. (Zeiß Apochr. 4 mm 0,95 C. Oc. 4.) Fig. 10 stellt ein Schema der Weilschen Spirochaete dar; die übrigen Abbildungen sind nach Präparaten, die in Zedernholzöl eingeschlossen waren (Zeiß homog. Imm. 2 mm 1,30 C. Oc. 8), gezeichnet.

Fig. 1—10. Weilsche Spirochaeten.

Fig. 11. Spirochaeta plicatilis Ehrb.

Fig. 1 zeigt lebende Spirochaeten im Dunkelfeld aus Meerschweinchen-Kaninchenserumkultur in lebhafter Bewegung und die verschiedenen Bewegungstypen, sowie einen größeren Haufen verschlungener Spirochaeten; die Spirochaete rechts ist in beginnender Teilung. Die feinen Körperspiralwindungen sind nur angedeutet so, wie man sie lebend erkennen kann; die stets gebogenen, zugespitzten Enden tragen die Endkörner.

Fig. 2. Spirochaeten aus Kaninchenserumkultur. Windungen der stärkeren Körpermitte. Zugespitzte Enden mit Endkörnern. Verschiedene Bewegungsformen sind fixiert durch Osmiumdampf. May-Grünwaldfärbung.

Fig. 3. a—c. Spirochaeten aus Mäuseperitonealexsudat. Erheblich feiner, zarter als die ebenso fixierten und gefärbten, bei derselben Vergrößerung gezeichneten Spirochaeten von

Fig. 2 und Fig. 7—8. Windungen des Körpers, zugespitzte Enden mit Endkörnern. Fig. 3a—c in lebhafter Bewegung fixiert, Fig. 3d beginnende Zweiteilung. Osmiumdampf. May-Grünwald.

Fig. 4—6. Spirochaeten aus Meerschweinchenserumkultur. Osmiumdampf, Ausstrich in Perltusche; Spirochaete ungefärbt. Typische Form einer Weilschen Spirochaete; Körperwindungen, zugespitzte, umgebogene Enden und bei dieser Präparation vergrößert hervorleuchtende Endkörner.

Fig. 5. Vorgeschrittene Zweiteilung; in der Mitte des Verbindungsfadens ein „Endkorn" angelegt.

Fig. 6. Endstadium der Zweiteilung; in der Mitte des Verbindungsfadens zwei „Endkörner".

Fig. 7a—h. Zweiteilung; 7c und 7g aus Meerschweinchenperitonealexsudat, die übrigen Figuren aus Kaninchen- und Meerschweinchenserumkultur. Osmiumdampf. May-Grünwald.

Fig. 7a. Beginn der Zweiteilung, Knick in der Körpermitte.

Fig. 7b. Beginn der Zweiteilung, Knick nicht ganz in der Körpermitte, Teilstücke ungleich groß.

Fig. 7c. An der Knickstelle beginnt sich die Spirochaete auszuziehen, auch die dünnere Partie gleichmäßig gewunden, Teilstücke umgeklappt.

Fig. 7d. Dasselbe Stadium wie c, gerade gestreckt.

Fig. 7e. Mittelpartie länger und feiner ausgezogen; die Windungen gehen nicht bis in die mittelste Partie.

Fig. 7f. Mittelfaden weiter ausgezogen.

Fig. 7g. Mittelfaden mit der feinen, ungewundenen, mittelsten Partie eingebogen, entsprechend den umgebogenen Enden der Spirochaete.

Fig. 7h. In der Mitte des eingebogenen verdünnten Mittelfadens ein „Endkorn". Die beiden Teilhälften in der lebhaften ungleichartigen Bewegung fixiert. Jedes Teilstück hat eine eigene, charakteristische, vollständig ausgebildete Spirochaetenform.

Fig. 8 a u. b. Meerschweinchenserumkultur, Osmiumdampf. 2% Natriumbicarbonat. Giemsa und Romanowski, a schwach, b sehr stark, mit Aceton differenziert.

Fig. 8a. Spirochaete etwas gequollen. Geringeltes Mittelstück, zugespitzte Enden mit Endkörnern.

Fig. 8b. Spirale einer anderen ebenso behandelten Spirochaete entfärbt bis nur Achsenfaden mit den Endkörnern, der die Plasmaspirale durchzog, rosa gefärbt übrig geblieben ist.

Fig. 9. Meerschweinchenperitonealexsudat. Sublimatalkohol; Heidenhainsches Eisenhämatoxylin. Die Farbe ist auf der Spirochaete mantelartig niedergeschlagen und läßt dadurch dieselbe dicker erscheinen. Gewundene Mittelpartie, zugespitzte Enden und Endkörner.

Fig. 10. Schematisch; ein gerader Achsenfaden, welcher an seinen Enden je ein Korn trägt, wird nicht bis ganz an seine Enden von einer Spirale umwunden.

Fig. 11. Ende einer Spirochaeta plicatilis Ehrb. Sublimatalkohol, Heidenhainsches Eisenhämatoxylin: ein gerader Achsenfaden wird in regelmäßigen Spiralen von alveolär gebautem Plasma umwunden; der Achsenfaden endet in ein Endkorn.

Tafel II.

Schnitte nach Levaditi.

Fig. 12—14. Schnitt durch die Leber eines an Weilscher Krankheit eingegangenen Meerschweinchens.

Fig. 15. Schnitt durch Mäuseleber.

Fig. 12. Schnitt durch Meerschweinchenleber; Gallengang und verästelndes Gefäß getroffen. Im Lebergewebe ist jede einzelne Leberzelle netzartig von enggedrängten Spirochaeten umgeben. Links Übergang vom lebenden Lebergewebe in einen nekrotischen Herd; an der Grenze Spirochaeten. Im Bindegewebe spärlich Spirochaeten. Im Blutgefäß Thrombus mit spärlich roten Blutkörpern und reichlich Leukocyten. Phagocytose; die Leukocyten angefüllt mit Trümmern von verdauten und zum Teil noch gut erhaltenen Spirochaeten. Zeiß homog. Imm. 2 mm, 130 C. Oc. 4 (?).

Fig. 13. Blutgefäß. In der Wand durchwandernde Spirochaeten; im Lumen zwischen roten Blutkörpern Spirochaeten zum Teil verschlungen zu Sternen und Knäulen. Die Leukocyten zeigen teilweise Phagocytose. Zeiß homog. Imm. 2 mm. 130 C. Oc. 6.

Fig. 14. Teil eines quergeschnittenen Gallenganges. Durchwandernde Spirochaeten zwischen den Epithelzellen. Die Spirochaeten in verschiedenen Bewegungsformen. Zeiß homog. Imm. 2 mm. 130 C. Oc. 8.

Fig. 15. Schnitt durch die Leber einer an Weilscher Krankheit eingegangenen Maus. Die Spirochaeten liegen gruppenweise zwischen den Leberzellen. Zeiß homog. Imm. 2 mm. 130 C. Oc. 8.

Tafel III.

Die Mikrophotogramme wurden mit Benutzung eines Zeißschen Mikroskopes, mit dem großen Zeißschen wagerechten Apparat bei Beleuchtung mit einer elektrischen Bogenlampe aufgenommen. Die Photogramme sind gänzlich unretouchiert. Alle Aufnahmen wurden mit Zeiß homog. Imm. 2 mm. 130 Pr. Oc. 4 aufgenommen. Die lineare Vergrößerung ist stets angegeben.

Fig. 1—41. Weilsche Spirochaeten.

Fig. 1. Weilsche Spirochaete aus Meerschweinchenperitonealexsudat; Trockenpräparat überfärbt nach Giemsa-Romanowski. Endkörner. Vergrößerung 1800.

Fig. 2. Weilsche Spirochaete aus Meerschweinchenperitonealexsudat. Osmiumdampf, Giemsa-Romanowski. Windungen der Körpermitte, zugespitzte Enden. Spirochaete in lebhafter Bewegung fixiert. Vergr. 1800.

Fig. 3–7. Weilsche Spirochaete aus einer Kaninchenserumkultur. Alle Spirochaeten stammen vom gleichen Präparat, Osmiumdampf, May-Grünwald.

Fig. 3. Kürzere Spirochaete, gerades Mittelstück mit Windungen, umgebogene dünnere Enden. Vergr. 1800.

Fig. 4. Längere Spirochaete; stärkeres gerades Mittelstück mit Windungen, umgebogene feine Enden. Vergr. 1800.

Fig. 5. Typisch geformte Spirochaete von Durchschnittsgröße. Gerades Mittelstück mit Windungen, umgebogene sich verjüngende Enden, deren feinste ungeringelte Spitze je ein Endkorn trägt. Vergr. 1800.

Fig. 6. Sehr lange Spirochaete ebenso wie Fig. 5. Vergr. 1800.

Fig. 7. Ungewöhnlich lange Spirochaete; die Enden lagen nicht ganz in derselben Ebene und sind daher bei dieser Vergrößerung undeutlich, sonst ebenso wie Fig. 5. Vergr. 1800.

Fig. 8. Zwei Spirochaeten aus Meerschweinchenperitonealexsudat, die obere in typischer Form, die untere in lebhafter Bewegung fixiert; der Körper ist stark eingebogen und läßt in der großen Welle die kleinen Spirochaetenwindungen gut erkennen; Osmiumdampf, May-Grünwald. Vergr. 1800.

Fig. 9—12. Weilsche Spirochaeten aus Kaninchenserumkultur. Osmiumdampf, Ausstrich in Perltusche. Vergrößerung 1800.

Fig. 9. Tier in lebhafter Bewegung fixiert. Die etwas gewellte Mittelpartie zeigt die feinen Windungen. Die Endkörner erscheinen sehr groß. Vergr. 1800.

Fig. 10. Typisch geformte Spirochaete; gerades Mittelstück; umgebogene Enden mit Endkörnern. Vergr. 1800.

Fig. 11. Gerades Mittelstück mit umgeschlagenen und umgebogenen Enden, welche Endkörner tragen. Vergr. 1800.

Fig. 12. Übersichtsbild verschiedener Spirochaetenformen. Kaninchenserumkultur; Osmiumdampf, Giemsa-Romanowski. Vergr. 1800.

Fig. 13–15. Kaninchenserumkultur, Sublimatalkohol. Heidenhainsches Eisenhaematoxylin. Die Spirochaeten erscheinen bei dieser Behandlung erheblich dicker als normal; das Mittelstück läßt die Ringelung erkennen. Die Endkörner erscheinen kugelig vergrößert. Vergr. 1800.

Fig. 16—29. Entwicklung der Zweiteilung der Weilschen Spirochaete. Kaninchenserumkultur. Fig. 16-28. Osmiumdampf, May-Grünwald. Vergr. 1800.

Fig. 16. Beginn der Zweiteilung; Mittelstück halbkreisförmig eingebogen.

Fig. 17. Mittelstück in der Mitte scharf eingeknickt.

Fig. 18. Die Knickstelle beginnt sich auszuziehen.

Fig. 19. Mittelteil weiter ausgezogen beginnt sich umzubiegen.

Fig. 20. Mittelstück weiter ausgezogen und umgebogen.

Fig. 21. Dasselbe wie 20, von der gleichen Kultur und demselben Präparat. Die beiden Bilder zeigen, daß ganz ungleich große Exemplare unter denselben biologischen Bedingungen sich gleichartig teilen können.

Fig. 22. Der Verbindungsfaden lang und sehr fein ausgezogen. Die beiden Teilhälften bereits in lebhafter und ungleichartiger Bewegung.

Fig. 23. Mittelfaden ausgezogen, an der Grenze zu jedem Mittelstück eingebogen; Teilhälften umgeklappt.

Fig. 24. Mittelfaden an der Grenze zu jedem Mittelstück umgebogen, so daß bereits die Form der sich bildenden Enden, und dadurch die typische Spirochaetenform der Teilstücke erkennbar wird.

Fig. 25. Mittelfaden weiter ausgezogen.

Fig. 26. Der lang ausgezogene Mittelfaden ist in der Mitte eingeknickt. Die Teilstücke mit ihren in der Mitte noch zusammenhängenden, fertig ausgebildeten Enden machen sehr lebhafte, voneinander unabhängige Bewegungen, wie dies aus den verschiedenen Körperformen der beiden Teilstücke ersichtlich wird; oben typisch geradegestreckte, unten S-Form der Teilstücke.

Fig. 27. Ebenso wie Fig. 26. An der Knickstelle in der Mitte des Mittelfadens ein „Endkorn“ angelegt.

Fig. 28. Ebenso wie 27.

Fig. 29. Osmiumdampf, Perltusche. Ende der Zweiteilung: in der Mitte zwei „Endkörner“. Vergr. 1800.

Fig. 30—31. Dreiteilung. Kaninchenserumkultur. Osmiumdampf, Giemsa-Romanowsky. Vergr. 1800.

Fig. 30. Beginn der Dreiteilung. Spirochaete an zwei Stellen scharf eingeknickt.

Fig. 31. Die Knickstellen ausgezogen, die drei zusammenhängenden Teilstücke sind an ihrer Form bereits als typische Spirochaeten erkennbar.

Fig. 32. Dreiteilung. Osmiumdampf. Perltusche. Eine Spirochaete mit bereits fertig gebildeten Endknöpfen kurz vor der Abschnürung; das andere Teilstück hat den Mittelknopf noch ungeteilt erst angelegt.

Tafel IV.

Fig. 33—38. Knäuelbildung ineinander sich verschlingender Weilscher Spirochaeten. Osmiumdampf, May-Grünwald. Vergr. 1800.

Fig. 33. Beginn: zwei ineinander verschlungene Spirochaeten.

Fig. 34. Drei und vier ineinander verschlungene Spirochaeten.

Fig. 35. Fortschreitende Verknäuelung.

Fig. 36. Weiter fortschreitende Verknäuelung.

Fig. 37. Weiter fortgeschrittene Verknäuelung.

Fig. 38. Typisches, großes, durch Verschlingung gebildetes Spirochaetenknäuel.

Fig. 39. Schnitt durch die Leber eines an Weilscher Krankheit eingegangenen Meerschweinchens. Übersichtsbild. Levaditi. Die Leberzellen, deren Zellkerne eben noch erkennbar sind, werden netzartig von dicht gedrängt liegenden Spirochaeten umgeben. Vergr. 750.

Fig. 40—41. Teile des Schnittes von Fig. 39 stärker vergrößert. Vergr. 1800.

Fig. 40. Isoliert liegende Spirochaete läßt das Größenverhältnis von Spirochaete und Leberzellkern erkennen.

Fig. 41. Lage der zum Teil angeschnittenen Spirochaeten zwischen den Leberzellen.

Fig. 42. Schnitt durch einen Gallengang. In der Wandung zwischen den Epithelzellen Spirochaeten. Vergr. 750.

Fig. 43 und 44. Spirochaeta stenostrepta Zuelzer. Sublimatalkohol. Eisenhaematoxylin. Sehr eng gewundene Spiralen.

Fig. 43. Bei dieser Vergrößerung sehr ähnlicher Habitus wie die Weilsche Spirochaete. Vergr. 1500.

Fig. 44. Teil einer langen Spirochaeta stenostrepta stärker vergrößert. Vergr. 1800.

Fig. 45—46a und b. Spirochaeta plicatilis Ehrb. Sublimatalkohol. Eisenhaematoxylin.

Fig. 45. Teil einer langen Spirochaeta plicatilis, zeigt den geraden Verlauf des Achsenfadens, welcher die Plasmaspiralen durchzieht. Vergr. ca. 1500.

Fig. 46a. Ende einer Spirochaeta plicatilis; der Achsenfaden endet in ein Endkorn. Vergr. ca. 1200.

Fig. 46b. Dasselbe wie Fig. 46a; stärker vergrößert. Vergr. ca. 2000.

Eine einfache Methode zur Gewinnung von Dauerkulturen empfindlicher Bakterienarten und zur Erhaltung der Virulenz tierpathogener Keime.

Von

Regierungsrat **Dr. E. Ungermann,**
Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

Das Wachstum von Bakterien in Reinkulturen auf künstlichen Nährböden kommt, wie bekannt, früher oder später zum Stillstand und wird von einer Degeneration der Keime gefolgt, die nach kürzerer oder längerer Zeit zum Absterben der Kulturen führt. Die Ursache dieser Beschränktheit des Bakterienlebens in Reinkulturen hat man teils auf eine Erschöpfung des Nährsubstrates an den zum Wachstum der Keime erforderlichen Stoffen, teils auf die Wirkung von Giften zurückgeführt, die in den Kulturen durch Umsetzungen der Substanzen des Nährbodens oder als Sekretions- bezw. Zerfallsprodukte der Bakterien gebildet werden. Welches von diesen Momenten in einem gegebenen Falle die Hauptrolle spielt, ist wohl nach dem biologischen Charakter der Bakterienarten verschieden. Für Keime mit intensivem Wachstum und starken chemischen Leistungen erscheinen diese beiden Momente als Ursache des Absterbens der Kulturen vollkommen ausreichend. Nun aber gehören gerade solche Arten vielfach zu den dauerhaftesten Stämmen unserer Kulturensammlungen, während Keime von spärlichem Wachstum und kaum nennenswertem Umsetzungsvermögen kurzlebig sind und bei der Fortzüchtung Schwierigkeiten machen. Oft handelt es sich bei diesen Arten um hochpathogene Keime. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß solche obligaten Parasiten auf bestimmte Nährsubstanzen angewiesen sind, die ihnen in den gewöhnlichen Nährböden nur in geringer, beim Wachstum bald verbrauchter Menge geboten werden. Zweifellos spielt auch die Lebensdauer der einzelnen Keime, über die wir noch wenig wissen, bei der verschiedenen Schnelligkeit des Absterbens der Kulturen eine Rolle. Je kürzer das individuelle Leben der Keime ist, um so anspruchsvoller und empfindlicher werden sie sich gegen äußere Einflüsse zeigen, um so eher werden degenerative Vorgänge in der Kolonie Platz greifen, die, wie auch Kruse[1]) annimmt, für die Lebensdauer der Kulturen von schwerwiegender Bedeutung sind, indem die bei der Auflösung der Keime entwickelten Selbstgifte andere Individuen der Kolonie in der Entwicklung hemmen und in den Kreis der degenerativen Umbildungen hineinziehen.

---

[1]) Kruse, Allgemeine Mikrobiologie. S. 160.

Wahrscheinlich trägt das dicht gedrängte Zusammenleben der Bakterien in den Oberflächenkulturrasen, ein für die meisten und besonders die pathogenen Arten naturwidriger Zustand, die Hauptschuld an der kurzen Lebensdauer der Keime in solchen Kulturen. Das Leben der einzelnen Individuen besitzt auch bei den Bakterien keine konstante Länge, sondern ist von den jeweiligen Verhältnissen in hohem Grade abhängig. Daß es unter besonderen Umständen gelingt, kurzlebige, hochempfindliche Keime in isoliertem Zustande lange Zeit lebensfähig und virulent zu erhalten, während sie in Kulturrasen nur wenige Tage entwicklungsfähig bleiben und ihre Virulenz bald verlieren, zeigt das von Neufeld[1]) empfohlene Verfahren der Dauerkonservierung hochvirulenter Pneumokokkenstämme. Nach dieser Methode werden Blut oder Organstücke einer an Pneumokokkensepsis eingegangenen Maus der schnellen Austrocknung im Exsiccator unterworfen und im Exsiccator, vor Licht geschützt, bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Die in solchem Material, das fast knochenhart wird, eingeschlossenen Keime sind noch nach $^{1}/_{2}$ bis $^{3}/_{4}$ Jahr und manchmal selbst darüber hinaus befähigt, im Mäusekörper eine tödliche Infektion hervorzurufen, wenn das trockene Blut oder Gewebe zu Pulver zerrieben und in Bouillon aufgeschwemmt i. p. injiziert wird. Die aus dem Herzblut eines so infizierten Tieres gewonnene Reinkultur besitzt meist den gleichen Virulenztiter, wie die vor Monaten zur Infektion der Maus benutzte Kultur, deren Blut und Organe das Exsiccatormaterial geliefert hatten. Die Ursache dieser merkwürdigen Differenz zwischen der Empfindlichkeit des Pneumokokkus in den üblichen Oberflächenkulturen, wo er, auch unter den günstigsten Bedingungen, nur kurze Zeit am Leben bleibt, und seiner Widerstandsfähigkeit unter den scheinbar so mißlichen Verhältnissen im Exsiccator, wo den Keimen vor allem das für das Bakterienleben so notwendige Wasser fehlt, ist noch nicht geklärt. Wahrscheinlich spielt das gänzliche Unterbleiben des Luftzutrittes zu den von einer homogenen, harten Eiweißhülle umgebenen Keimen und die dadurch auf ein Minimum herabgesetzte Lebenstätigkeit derselben die Hauptrolle bei der langen Erhaltung ihrer Lebensfähigkeit. Vielleicht wird der Pneumokokkus zu dieser Kryptobiose durch seine besonderen morphologischen Verhältnisse befähigt, vor allem durch seine Kapsel, die den Kokkus in seinem Bau den Bakteriensporen vergleichbar erscheinen läßt. Indessen ist auch der nicht mit einer Kapsel versehene Streptokokkus auf dieselbe Weise lange aufzuheben und virulent zu erhalten. Aber dieser Keim ist ja bedeutend weniger empfindlich als der Pneumokokkus und bleibt auch in gewöhnlichen Oberflächenkulturen ziemlich lange lebensfähig.

Auf einem ähnlichen Wege hat auch Heim[2]) bei einer ganzen Reihe von Bakterienarten langdauernde Haltbarkeit erzielt. Wir konnten bei anderen empfindlichen Bakterienarten außer Pneumokokken und Streptokokken mit dem Verfahren Neufelds keine entsprechend günstigen Ergebnisse erhalten. Nun liegen die Verhältnisse beim Pneumokokkus und Streptokokkus insofern ganz besonders, als diese Keime eine extreme Virulenz für Versuchstiere entfalten können, so daß einer oder

[1]) Neufeld und Haendel, Pneumokokken in Kolle-Wassermann, Handbuch, 2. Aufl., Bd. 4, S. 524.

[2]) Heim, Zeitschrift für Hygiene, Bd. 56.

wenige zur Hervorbringung einer tödlichen Infektion genügen. Es werden also beim Pneumokokkus auch vereinzelte im Exsiccator am Leben gebliebene Keime in einem neuen Organismus zur Vermehrung gelangen können. Von Cholera- oder Typhusbakterien dagegen braucht man auch im Zustande höchster Virulenz erheblich größere Bakterienmengen, wie sie sich bei längerer Aufbewahrung eines geeigneten keimhaltigen Materials im Exsiccator jedenfalls nicht zu erhalten vermögen. Der direkte kulturelle Nachweis der Pneumokokken in solchem virulenten Exsiccatormaterial gelang uns in der Regel nicht und ebensowenig der anderer Bakterien, deren Konservierung auf diesem Wege versucht wurde. So hat die von Neufeld gefundene Methode der Exsiccatorkonservierung bisher nur beim Pneumokokkus und Streptokokkus zu einem für die Laboratoriumspraxis höchst wertvollen Ergebnis geführt. Es wäre aber sicher vorteilhaft, wenn wir auch anderen Keimen gegenüber ähnliche Konservierungsverfahren anwenden könnten. Besonders unter den jetzigen Zeitverhältnissen, in denen das Material kostbar und die Hilfskräfte spärlich werden, würde eine Methode, der man die Aufbewahrung empfindlicher Kulturen in lebensfähigem Zustande über möglichst lange Zeiträume hin anvertrauen könnte, nicht ohne Wert erscheinen.

Im folgenden soll über einige in dieser Richtung angestellte Versuche berichtet werden.

Versuche mit Meningokokken.

Zu denjenigen Keimen, deren Lebenderhaltung schon in Friedenszeiten Schwierigkeiten machte, die immer Sorgenkinder der bakteriologischen Sammlungen waren und sich selten irgendwo in größerer Stammzahl vorfanden, gehört der Meningokokkus. Seine Kulturen verhalten sich künstlichen Nährböden gegenüber besonders launisch. Die Verwendung einer neuen Agarkochung, auch wenn sie nach ihren Zutaten mit der vorher gebrauchten völlig übereinstimmt, genügt mitunter, gut gedeihende Kulturen am Wachstum zu hindern. Ebenso wechselnd ist die Empfindlichkeit der Stämme gegen das Altern in Oberflächenkulturen. Üppig gewachsene Rasen des Meningokokkus können ihre Überimpfbarkeit mitunter von einem Tage zum anderen verlieren. Dazu kommt eine hohe Empfindlichkeit der Keime gegen Wärmeschwankungen, gegen Belichtung und sonstige chemische und physikalische Einflüsse, besonders auch gegen die Eintrocknung, ein Umstand, der die Anwendbarkeit des von Neufeld empfohlenen Verfahrens der Dauerkonservierung im Exsiccator unmöglich macht.

Da die Empfindlichkeit der Meningokokken mit der Dauer der Fortzüchtung auf künstlichen Nährböden zu sinken pflegt, war man darauf angewiesen, alte Laboratoriumskulturen unter sorgsamer Pflege fortzupflanzen, um sich das nötige Material für diagnostische Aufgaben zu sichern. Diese allgemeine Benutzung gut eingewöhnter, vielfach identischer Laboratoriumsstämme ist für die Erforschung der biologischen Verhältnisse dieses Keimes nicht förderlich gewesen und geeignet, ein etwas einseitiges Bild von ihm zu liefern.

Da sich eine Infektion mit dem Micrococcus intracellularis beim Menschen unter Umständen über längere Zeit, manchmal sogar durch Monate hinziehen kann — es sind

Keimträger beobachtet worden, die den Erreger durch $1^1/_2$ Jahr bei sich beherbergten —, kann wohl angenommen werden, daß sich der Keim auch unter Kulturverhältnissen in ein und demselben Medium längere Zeit zu erhalten vermöchte, wenn es nur gelänge, ihm den Verhältnissen im Organismus entsprechende Bedingungen zu bieten. Sucht man sich darüber klar zu werden, welcher Art die Bedingungen wohl sein können, die dem Meningokokkus im Organismus in manchen Fällen eine so langdauernde Existenz ermöglichen, so fällt zunächst auf, daß sich der Keim im Körper an Stellen zu halten vermag, an denen sich auch anaerobe Keime entwickeln können, während der Meningokokkus doch seinem kulturellen Verhalten nach als vorzugsweise aerober Keim gilt. In der Kultur wird das Gedeihen des Meningokokkus durch Sauerstoffzutritt zweifellos sehr begünstigt. Während ein gegebener Stamm auf der Agaroberfläche einer Stichkultur das üppigste Wachstum entfalten kann, gedeiht er längs des Stiches im Agar meistens nur dicht unter der Oberfläche in spärlicher Vegetation, nur selten in tieferen Schichten des Nährbodens. Aber dieses Sauerstoffbedürfnis des Meningokokkus in den Kulturen wird vielleicht in erster Linie durch die Art des Nährsubstrates und die Kulturverhältnisse bestimmt. Im Organismus, dem natürlichen Nährboden des Erregers, vermag er sich unter Verhältnissen zu vermehren, die das Gedeihen auch streng anaerober Keime gewährleisten und hinsichtlich ihrer Sauerstoffspannung den in unseren Anaerobierkulturen herrschenden Bedingungen viel näher kommen dürften als den an der Oberfläche eines Agarnährbodens vorliegenden Verhältnissen. Es erschien daher nicht ganz aussichtslos, Meningokokken in einem geeigneten Nährmedium Verhältnissen auszusetzen, die den anaeroben Kulturbedingungen entsprechen oder doch nahe kommen. Derartige Verhältnisse werden in dem Kulturverfahren geboten, das sich mir bei der Züchtung von Spirochaeten als gut geeignet erwiesen hat. Die sehr einfache Methode besteht darin, daß steril gewonnenes Kaninchenserum in konzentriertem Zustande oder in Verdünnungen mit Kochsalzlösung bezw. sterilem Leitungswasser in Uhlenhuthschen oder auch gewöhnlichen Reagensgläsern nach 30 Minuten währender Erhitzung auf 60° mit sterilem Paraffinöl überschichtet und nach genügender Erkaltung mit dem zu kultivierenden Material vermittels steriler Glaskapillaren beimpft wird. Nach dieser Methode wurde zunächst ein im Gesundheitsamt seit längerer Zeit auf Agar fortgezüchteter Laboratoriumsstamm Meningokokkus „M. G." in Versuch genommen, und zwar wurde als Nährboden zunächst nur unverdünntes Kaninchenserum benutzt. Das am 2. Juli 1916 beimpfte, bei 37° aufgehobene Kulturröhrchen erwies sich am 4. Juli als gut infiziert. Eine geringe Menge der Flüssigkeit lieferte auf Kaninchenblutagar ausgesät üppige Reinkulturen des Meningokokkus. Da eine am 10. Juli nochmals vorgenommene Prüfung das gleiche Ergebnis hatte, wurde der Versuch an diesem Tage mit konzentriertem Kaninchenserum unter Beifügung von vier weiteren Versuchsröhrchen, in denen als Nährsubstrat Verdünnungen von Kaninchenserum mit Kochsalzlösung im Verhältnis von 3 : 1, 2 : 2 und 1 : 3 sowie gewöhnliche Bouillon verwendet worden waren, wiederholt. Die Röhrchen wurden ebenfalls bei 37° bebrütet. Am 27. Juli erwiesen sich von den am 10. Juli beimpften Röhrchen alle fünf als gut infiziert und ebenso auch noch das am 2. Juli beimpfte Serumröhrchen, während sich Oberflächenkulturen des Stammes M. G. auf Agar und Blutagar,

die zur Kontrolle gleichzeitig angelegt worden waren, zur selben Zeit als nicht mehr überimpfbar erwiesen. Es erschien somit von Interesse, die Ergebnisse der anaeroben Serumkultur des Meningokokkus noch weiter zu prüfen.

Am 27. Juli 1916 wurden, um die Bedeutung des Luftabschlusses klar zu stellen, nochmals vier Röhrchen mit Serum und den oben beschriebenen Serumverdünnungen sowie ein Kulturröhrchen mit einfacher Fleischbrühe, einmal mit Paraffinüberschichtung, in einer zweiten Reihe ohne dieselbe mit dem Meningokokkus M. G. beimpft, dazu je ein Röhrchen einfachen Agars, Serumagars und Kaninchenblutagars. Zum Anlegen der Kulturen wurde die gleiche auf Reinheit geprüfte Oberflächenkultur des Stammes auf Blutagar benutzt. Die Versuchsreihe wurde wiederum bei 37° aufgehoben und die Lebensfähigkeit der Keime anfänglich täglich, später in größeren Abständen durch Aussaat eines Tropfens der Kulturflüssigkeit auf Kaninchenblutagar geprüft. Das Ergebnis dieses lange fortgesetzten Versuches zeigt die folgende Tabelle 1.

Der durch fast 14 Monate fortgeführte Versuch zeigt, daß sich Meningokokken in flüssigen Nährmedien bei Luftabschluß in ein und demselben Substrat viel länger lebend halten lassen, als nach den bisherigen Erfahrungen angenommen werden konnte. Der Luftabschluß ist für dieses Ergebnis wesentlich, denn in den gleichen flüssigen Nährböden ohne Paraffinüberschichtung waren die Keime höchstens noch 2 Monate nach Anlegung der Kulturen in überimpfbarem Zustande nachzuweisen. Aber auch die flüssigen Nährböden an sich, ohne Paraffinüberschichtung, sind den festen Nährböden in dieser Beziehung bedeutend überlegen, da der zum Versuch verwendete Stamm in Oberflächenkulturen bei 37° höchstens 14 Tage hindurch überimpfbar blieb.

In den flüssigen Nährboden ohne Paraffinüberschichtung, in denen übrigens schon früher Schottmüller und Lingelsheim Meningokokken bis zu 4 Wochen lebensfähig gefunden haben, erlosch die Kultur weit früher, als es etwa durch den allmählich fortschreitenden Wasserverlust notwendig geschehen mußte. Es ist aber immerhin möglich, daß schon durch die geringfügige Einengung der gelösten Substanzen infolge der Flüssigkeitsverdunstung in den Nährböden Salz- und Eiweißkonzentrationen erzeugt wurden, die eine Fortentwicklung der empfindlichen Keime nicht mehr gestatteten.

Wie die Tabelle 1 (S. 186 u. 187) zeigt, trat in den mit Paraffin überschichteten Dauerkulturen im 10. Monat ein deutlicher Rückgang der Individuenzahl des Meningokokkus ein. Zum Teil mag das auf einem zunehmenden Absterben und mangelhaften Nachwachsen der Keime beruhen. Aber es ist auch nicht außer acht zu lassen, daß durch die zahlreichen Abimpfungen eine starke Verminderung des Nährmaterials in den mit nur etwa 2 ccm beschickten Proben bedingt wurde, die der Vermehrung, dem Ersatz der absterbenden Keime gewiß nicht zuträglich gewesen ist. Die Vermehrung der Meningokokken in den mit Paraffin überschichteten flüssigen Nährmedien erschien beim Vergleich des Bodensatzes, den eine solche Kultur im Serum bildet, mit der Masse des Kulturrasens einer Oberflächenkultur von gleicher Nährbodenmenge und Wachstums-

dauer wesentlich geringer. Besonders in dem mit konzentriertem Serum beschickten Röhrchen bemerkte man manchmal kaum etwas von Niederschlag oder stärkerer Trübung, auch wenn die Aussaat einer solchen Kulturflüssigkeit auf Blutagar einen reichlichen Kulturrasen ergab.

Das Ende des Versuches ist, wie die Tabelle zeigt, nicht etwa durch das Absterben der Keime herbeigeführt worden, sondern durch den Umstand, daß das Kultursubstrat durch die Probeentnahmen aufgebraucht worden war. Auch noch der letzte Rest des Serums in einem der Röhrehen hatte ein positives, wenn auch kärgliches Kulturresultat auf der Blutplatte geliefert. Unter günstigeren Verhältnissen würde sich der Stamm wohl noch länger am Leben haben halten lassen.

Auch die am 2. und 10. Juli 1916 angelegten Serumkulturröhrchen des Stammes „M. G.“ ergaben am 20. Mai 1917, also nach 318 bezw. 310 Tagen auf der Blutagarplatte noch einzelne Meningokkenkolonien, obwohl das Röhrchen vom 10. Juli, wie auch Röhrchen 11, 13 und 14 des in der Tabelle dargestellten Versuches gelegentlich der oft vorgenommenen Entnahmen mit andersartigen Bakterien verunreinigt worden waren. Es ist wichtig, daß eine Verunreinigung, die ja in lange aufgehobenen, flüssigen Kulturen trotz der Paraffinüberschichtung gelegentlich zustande kommen kann, für das Leben und Wachstnm der Meningokokken ziemlich belanglos ist, so daß meistens die Möglichkeit besteht, aus solchen verunreinigten Kulturen durch Plattenpassage wieder reine Stämme zu gewinnen.

Zur Prüfung, ob das mit dem Stamme M. G. erhaltene Resultat allgemeinere Gültigkeit habe, wurden auch noch mit anderen Meningokokkenkulturen entsprechende Züchtungsversuche vorgenommen. Dafür standen mir zunächst zwei Stämme zur Verfügung, die dem Gesundheitsamt vom Kgl. Institut für Infektionskrankheiten überlassen worden waren, die Laboratoriumskulturen „701“ und „Berlin“. Beide Stämme wurden am 15. September 1916 in derselben Weise zum Versuch angesetzt, wie es oben für den Stamm „M. G.“ angegeben worden ist. Das Ergebnis dieser Versuche war das gleiche wie bei Stamm „M. G.“. Während diese Stämme auf festen Nährböden, auf Agar, Serumagar oder Blutagar bei 37° im Verlaufe einiger Tage im Maximum nach 8 bezw. 11 Tagen, abgestorben waren, hielten sie sich in flüssigen Medien ohne Paraffinüberschichtung, besonders in Kanichenserum, das zum dritten Teil mit Kochsalzlösung verdünnt worden war, etwas länger lebensfähig, obwohl nicht ganz so lange wie Stamm „M. G.“, im Maximum 34 bezw. 27 Tage. In denselben, aber mit Paraffin überschichteten Nährflüssigkeiten waren beide Kulturen noch im September 1917 in allen Proben am Leben und ergaben, auf Blutagarplatten ausgesät, üppige, teils völlig reine. teils mit andersartigen Keimen vermischte Kulturrasen. Bei späteren Abimpfungen waren die Ergebnisse nicht mehr ganz regelmäßig, indessen konnten noch im Januar 1918, also 16 Monate nach der Beimpfung der Röhrchen, von beiden Stämmen aus dem konzentrierten Serum Oberflächenkulturen auf der Blutagarplatte erhalten werden.

Von besonderem Interesse war die Frage, wie sich frisch aus dem Menschen isolierte Meningokokken diesem Züchtungsverfahren gegenüber verhalten würden.

Tabelle 1. Wachstum von Blutagaraussaaten der am 27. Juli 1916 auf

Art des Nährsubstrates		Die Aussaaten auf Blutagar (++++ bedeutet dichten Kulturrasen, +++ sehr reichliche,																
		28. 7. 16	29. 7. 16	30. 7. 16	31. 7. 16	1. 8. 16	2. 8. 16	3. 8. 16	4. 8. 16	5. 8. 16	6. 8. 16	7. 8. 16	8. 8. 16	10. 8. 16	15. 8. 16	20. 8. 16	25. 8. 16	1. 9. 16
Agar		++++	++++	++++	++++	+++	++++	+	+	0	0	0	0		0			
Serumagar		++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	+	++	+	+	0	0	0	0	
Blutagar		++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	+++	+	++	0	0	0	0
Bouillon	Paraffinüberschichtung ohne	++	+++	+++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	++	++	0
Kaninchenserum 1 + Kochsalzlösung 3	Paraffinüberschichtung ohne	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++	+++	++++	+++	++	++	+++
Kaninchenserum 2 + Kochsalzlösung 2	Paraffinüberschichtung ohne	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	+++	++++	+++	++	+++	+
Kaninchenserum 3 + Kochsalzlösung 1	Paraffinüberschichtung ohne	+++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	+++	++	++++	++	+
Kaninchenserum konzentriert	Paraffinüberschichtung ohne	+	+++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	++++	+++
Bouillon	Paraffinüberschichtung mit	+++	+++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Kaninchenserum 1 + Kochsalzlösung 3	Paraffinüberschichtung mit	++	+++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	++++
Kaninchenserum 2 + Kochsalzlösung 2	Paraffinüberschichtung mit	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Kaninchenserum 3 + Kochsalzlösung 1	Paraffinüberschichtung mit	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Kaninchenserum konzentriert	Paraffinüberschichtung mit	+	+++	++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	++++	++++

verschiedene Nährsubstrate übertragenen Kultur Meningokokkus M. G.

fanden statt am:

++ mäßig reichliche, + spärliche Einzelkolonien)

5. 9. 16	10. 9. 16	20. 9. 16	1. 10. 16	15. 10. 16	1. 11. 16	15. 11. 16	5. 12. 16	20. 12. 16	10. 1. 17	15. 2. 17	1. 3. 17	10. 3. 17	24. 3. 17	15. 4. 17	5. 5. 17	20. 5. 17	10. 6. 17	20. 6. 17	25. 7. 17	20. 9. 17
0																				
0																				
0	0	0		0	0		0													
+	+	+	0	0	0	0	0	0		0										
++	+	+	+	0	0	0	0		0	0										
0	+	0	0	0	0	0	0		0	0										
++	0	+	0	0	0	0	0	0		0										
++++	++++	++++	++++	++++	+++	++++	++	++	+++	++	++	++	+	++	0	+	0	0	0	
++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	+++	+++	++++	++++	+++	+++	+++	++	++	0	0
++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	++++	++++	++++	+++	++	0
++++	+++	+++	++++	++++	++++	+++	+++	++++	+++	+++	+++	+++	+++	+	++	++	+	+	+	0
+++	+++	++++	++++	++	++	+++	+++	+++	+++	++++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+

Ich hatte bisher Gelegenheit, vier solche vor kurzem aus Krankkeitsfällen gezüchteter Meningokokken zu untersuchen. Diese Stämme verdankt das Gesundheitsamt dem Reservelazarett in Freiburg, das im Oktober 1916 den Stamm Lschk., im März 1917 den Stamm Slr. übersandte. Ferner erhielt ich zwei Kulturen, die ebenfalls frisch aus dem Menschen isoliert worden waren, die Stämme 139 und 290 durch Herrn Stabsarzt Dr. Klose. Alle diese Stämme waren den Kulturbedingungen gegenüber sehr empfindlich, so daß es kaum gelang, sie bei ihrer Ankunft noch zum Wachstum zu bringen. Für diesen Zweck ist übrigens nach meinen Erfahrungen die Kaninchen-Blutagarplatte einer Menschenserum- und auch einer Aszitesagarplatte entschieden vorzuziehen. Auf letzteren gelingt es häufig nicht, von Meningokokken, die einen längeren Transport durchgemacht haben, noch Kulturen zu gewinnen, während dieselben Stämme auf Kaninchen-Blutagar oft noch üppig gedeihen.

Der Meningokokkus Lschk. wurde am 10. Oktober 1916 in Bouillon und die vier oben angegebenen Serumverdünnungen unter Luftabschluß verimpft. Die Kultur wuchs in allen Röhrchen an und ergab sowohl in den ersten Tagen nach der Beimpfung wie auch später bei der Aussaat auf Blutagar gleichmäßig üppig gedeihende Kulturrasen. In letzter Zeit ist der Stamm aus konzentriertem und 75% Serum etwas weniger reichlich gewachsen als aus Bouillon und den schwächeren Serumkonzentrationen, zu einem gänzlichen Erlöschen der Kultur ist es aber noch in keinem Röhrchen gekommen, obwohl sich in dieser Versuchsreihe in mehreren Proben Verunreinigungen eingeschlichen haben. Der frisch aus dem Menschen isolierte Stamm „Lschk." gedeiht also nunmehr schon seit 250 Tagen in denselben flüssigen Nährböden bei Luftabschluß ohne Überimpfung, während er in Bouillon, die nicht überschichtet worden war, bereits am 20. Oktober 1916, in nicht überschichtetem, konzertriertem Serum nach 15 Tagen abgestorben war. Auf Agar und Blutagar hielt sich dieser Stamm nur 2—3 Tage lebensfähig.

Ähnlich verhielt sich bis jetzt der Stamm „139". Auch diese Kultur war gegen die Züchtung auf festen Nährböden sehr empfindlich und blieb in Bouillon ohne Paraffinüberschichtung 10 Tage am Leben, während sie sich in flüssigem, dem Luftzutritt ausgesetztem Serum bis zum 18. Tage lebendig erhielt. Von den am 15. Dezember 1916 angelegten, mit Paraffin überschichteten Kulturen in Bouillon und in Kaninchenserumverdünnungen sind jetzt, am 185. Tage die in Bouillon, in 25, 50 und 100%igem Serum angelegten Stämme noch am Leben, während die Kultur im 75% Serum aus unbekanntem Grunde bereits erloschen ist.

Der Stamm Slr., der erst 135 Tage in Beobachtung steht, hat die an den anderen Kulturen gemachten Befunde bis jetzt in allen Punkten bestätigt. Nur von dem einen Stamm „290" konnte ich keine Kulturen in flüssigen Nährmedien erhalten. Dieser Meningokokkus ging aber schon im ersten Versuch der Übertragung in Serum und Serumkochsalzgemische nicht an und war so hinfällig, daß er auch beim Überimpfungversuch 48stündiger Kulturen auf festen Nährböden bereits ein negatives Ergebnis lieferte und auf keine Weise zum Wachstum zu bringen war, so daß mit ihm weitere Versuche nicht angestellt werden konnten.

Weiterhin hatte ich Gelegenheit, noch 14 andere Meningokokkenkulturen dem gleichen Züchtungsverfahren zu unterwerfen. Diese Stämme waren dem Kaiserlichen

Gesundheitsamt von Herrn Reg. Rat. Prof. Dr. Lange, aus dem Reservelazarett in Nürnberg zur Aufbewahrung übersandt worden. Die Kulturen wurden sämtlich nur in konzentriertes Kaninchenserum mit Paraffinüberschichtung verimpft und haben sich darin bis jetzt, 100 Tage lang, alle überimpfbar erhalten. Ich besitze nun 20 Stämme von Meningokokken in Serumdauerkultur. Damit scheint für die Gesetzmäßigkeit der langen Lebensdauer des als so empfindlich angesehenen Keimes unter anaeroben Bedingungen in flüssigen Nährmedien, besonders in Serum und Serumgemischen eine genügende Grundlage gegeben zu sein.

Die biologischen Eigenschaften der Meningokokkenstämme bleiben in diesen Dauerkulturen im allgemeinen unverändert. Die Stämme behalten ihre Agglutinabilität bei und zwar meistens bis zu dem gleichen Titer, den sie besessen hatten, bevor sie in Versuch genommen wurden. Auch das Aussehen der Kulturrasen und Kolonien und die morphologischen Eigenschaften der Keime bleiben in den Dauerkulturen im allgemeinen erhalten. Andrerseits aber bietet die Möglichkeit einer lange fortgesetzten Züchtung der Meningokokken in denselben Nährböden Gelegenheit zum Auftreten mutationsartiger Änderungen mancher biologischer Eigenschaften. So konnten bemerkenswerte Abweichungen der Färbbarkeit einzelner Stämme gegenüber der Gramschen Methode und auch Unterschiede im Aufbau der Kolonien, in der Größe der Einzelindividuen beobachtet werden, über die später berichtet werden wird.

Von Wichtigkeit ist der Umstand, daß die Meningokokken in den flüssigen Kulturmedien und unter Luftabschluß gegen die Einwirkung niederer Temperaturgrade weniger empfindlich zu sein scheinen als auf festen Nährböden. Ein im Oktober 1916 angestellter Versuch zeigte, daß Serumkulturen der Stämme „M.G.“, „Berlin“ und 701 selbst nach 10 bezw. 7 tägigem Aufenthalt im Eisschrank auf Blutagarplatten ausgesät noch vereinzelte Kolonien hervorgehen ließen, während Agar- bezw. Blutagarkulturen bereits am 2. Tage ihres Aufenthaltes bei so niederen Temperaturgraden abgestorben waren. Dieser Umstand dürfte vielleicht für die Versendung von Meningokokkenkulturen, bei der ja infolge der Einwirkung niederer Temperaturen und sonstiger Schädigungen ein Teil einzugehen pflegt, von Wichtigkeit werden. Auch könnte dieses an Reinkulturen gewonnene Ergebnis möglicherweise für die Züchtung von Meningokokken direkt aus dem Kranken bedeutungsvoll sein; es wäre jedenfalls eines Versuches wohl wert, die durch Punktion gewonnenen Erreger zunächst in der Punktionsflüssigkeit selbst, vielleicht auch in inaktiviertem, normalem Serum unter Luftabschluß mit Paraffin zum Wachstum zu bringen und auf diesem Wege ihren Nachweis und die Gewinnung von Reinkulturen zu beschleunigen und sicherer zu stellen.

Versuche mit dem Gonokokkus und anderen gramnegativen Kokken.

Dieselben Schwierigkeiten wie der Meningokokkus, nur noch in verstärktem Maße, bereitet der Kultivierung bekanntlich auch der Erreger der Gonorrhoe. Für die Reinzüchtung dieses Keimes sind eine Reihe geeigneter Serum- und Blutnährböden angegeben worden, die sich auch bei der Fortzüchtung des Gonokokkus vielfach gut bewährt haben. Übrigens begnügt sich auch dieser Erreger nach

einer längeren Passagenreihe auf komplizierter zusammengesetzten Nährböden schon mit einfachem Agar. Jedoch bleibt die Gonokokkenkultur in ihrer Lebensfähigkeit immer unzuverlässig, ihre Empfindlichkeit gegen die Eintrockung, Temperaturschwankungen, gegen schwer kontrollierbare Abweichungen der Nährböden und ihre an sich kurze Lebensdauer erschweren die Fortzüchtung über eine lange Reihe von Nährbodenpassagen. Nach den bisherigen Erfahrungen sind Gonokokken auch unter günstigen Kulturbedingungen in 8—10 Tagen abgestorben und nur unter Einhaltung besonderer Vorsichtsmaßregeln 2—3 Wochen am Leben zu erhalten.

Es war von Interesse, wie sich der Gonokokkus dem oben geschilderten Kulturverfahren gegenüber verhalten würde. Bisher bot sich mir in zwei Fällen Gelegenheit, geeignetes gonokokkenhaltiges Material nach dieser Richtung zu prüfen.

Da nach den Erfahrungen am Meningokokkus Verunreinigungen mit andersartigen Keimen auf die Lebensfähigkeit der Kokken keinen wesentlichen Einfluß gezeigt hatten, verzichtete ich auf die vorherige Gewinnung einer Reinkultur aus isolierten Kolonien und brachte den in einer sterilen Glaskapillare aufgenommenen Eiter einer Urethralblennorrhoe einige Stunden nach der Entnahme in konzentriertes sowie in verschiedenem Grade mit Kochsalz verdünntes Menschen- und Kaninchenserum, das einige Zeit auf 58° erhitzt und darauf mit Paraffin überschichtet worden war. Nach 24stündiger Bebrütung bei 37° wurden kleine Mengen des kaum getrübten Kulturmaterials auf Kaninchenblutagarplatten ausgestrichen. Die Abimpfungen sämtlicher Röhrchen lieferten ein mehr oder weniger reichliches Wachstum typischer Gonokokkenkolonien. Nur zwei Kulturröhrchen ergaben neben den Gonokokken auch noch andere, grampositive Kokken, die offenbar als Verunreinigung im Ausgangsmaterial enthalten gewesen waren. Das Menschenserum zeigte sich als Nährboden dem Kaninchenserum nicht überlegen.

Da der Gonokokkus nach den bisherigen Erfahrungen in der Kultur gegen niedere Temperaturen nicht sehr empfindlich ist, brachte ich die Röhrchen in diesem Versuch nach 24 stündigem Wachstum bei 37° in eine Temperatur von 30°, in der Annahme, daß sich die Lebensvorgänge hier weniger schnell abspielen und demnach auch die Lebensfähigkeit der Keime länger erhalten bleiben würde. Es wurden dann nach weiteren 24 Stunden wiederum Aussaaten auf Blutagarplatten gemacht, deren Ergebnis noch besser war, als das nach eintägigem Wachstum der Serumkulturen erhaltene, es wuchsen dichte Kulturrasen typischer gramnegativer, semmelförmiger Kokken.

Den dritten Tag über wurden die Kulturen bei Zimmertemperatur (etwa 18° C) am diffusen Tageslicht aufbewahrt. Die danach vorgenommene Aussaat auf Blutplatten ergab nun nur noch von dem 75%igen und konzentrierten Serum Wachstum mäßig zahlreicher Gonokokkenkolonien. Weiterhin bei 30° aufgehoben erholten sich die Kulturen wieder und lieferten auch noch am 5. 6. und 8. Tage zahlreiche Kolonien, zum Teil üppig entwickelte Rasen. Auch von den Kulturröhrchen, die nach dem Aufenthalt bei Zimmertemperatur negative Plattenausstriche ergeben hatten, konnte nach mehrtägigem Aufenthalt im Brutschrank bei 30° noch bei zweien, in 50%igem Menschen- und in 25%igem Kaninchenserum ein gutes Wachstum von Gonokokken erhalten werden.

Einzelne Kolonien des Gonokokkus, die von Blutagarplatten in 50- und 75 %iges Kaninchenserum übertragen wurden, gingen im flüssigen Nährboden ebenfalls in den meisten Fällen an und die so erhaltenen Subkulturen in flüssigem Serum haben sich als ebenso dauerhaft erwiesen wie die aus dem Urethraleiter direkt gewonnenen Originalkulturen.

Der erste Gonokokkenstamm blieb bald nach seiner Reinzüchtung auf Blutagarplatten bis zum dritten Tage überimpfbar. Er war demnach als ein gegen Kultureinflüsse mäßig empfindlicher Stamm zu bezeichnen. Im Serum bei Luftabschluß dagegen war die Kultur wesentlich länger lebensfähig. Ich habe von einem Originalkulturröhrchen in 75 % igem Kaninchenserum noch am 42. Tage nach der Einimpfung des Materials positive Kulturergebnisse auf der Blutplatte erhalten.

Den zweiten Gonokokkenstamm erhielt ich aus frischem Urethraleiter mittels der Kaninchenblutagarplatte ohne Schwierigkeit in Reinkultur. Die Keime waren auf festen Nährböden sehr kurzlebig und blieben selbst nicht zwei Tage auf der Blutplatte mit Sicherheit überimpfbar. In luftabgeschlossenem konzentriertem Kaninchenserum dagegen ergab auch dieser Stamm bezüglich seiner Dauerhaftigkeit ein gleich günstiges Resultat wie der erste. Die Originalkulturen blieben 35 Tage lang auf Blutplatten übertragbar. Davon gewonnene Subkulturen in Kaninchenserum haben sich jetzt aber schon über 8 Wochen lebensfähig erhalten und dürften damit noch nicht an der Grenze der Überimpfbarkeit angelangt sein.

Der Gonokokkus scheint demnach unter den angegebenen Kulturverhältnissen nicht minder dauerhaft zu sein wie der Meningokokkus. Wenn sich die meisten Stämme dem Kulturverfahren zugänglich erweisen sollten, würde die Kultivierung im Serum im Hinblick auf die Schwierigkeit der Züchtung dieses Keimes unter gewöhnlichen Kulturbedingungen für die Gewinnung von Vakzins, besonders von Autovakzins, für die Herstellung von Immunserum und nicht zuletzt für die experimentelle Erforschung seiner biologischen und immunologischen Verhältnisse entschieden von Vorteil sein.

Auch bei der Kultivierung anderer gramnegativer Kokken, die zwar meistens weit weniger empfindlich sind als ihre beiden hochpathogenen Verwandten, aber doch durch plötzliches, unerwartetes Absterben der Kulturen Schwierigkeiten machen können, hat sich das Verfahren der Züchtung in anaerob gehaltenem Serum teilweise gut bewährt. So ist es gelungen, einen aus einer Parulis frisch gezüchteten Stamm des Micrococcus flavus in 50- und 25 %igem Kaninchenserum jetzt bereits 8 Monate hindurch lebensfähig und überimpfbar zu erhalten, während er auf Blutagar bereits nach 15 bis 23 Tagen abgestorben war und in den Serumverdünnungen ohne Luftabschluß innerhalb von 35 Tagen einging. Auch eine Kultur des Micrococcus siccus befindet sich in konzentriertem, überschichtetem Kaninchenserum jetzt bereits fast ein Jahr in Kultur. Weniger gut waren die Ergebnisse mit einem von akuter Rhinitis frisch gezüchteten Micrococcus catarrhalis. Dieser Stamm ging in flüssigem anaerobem Serum schon nach 34 Tagen zugrunde. Er war allerdings auch auf festen Nährböden, auf Blutagar und Blutserumagar in hohem Grade empfindlich und konnte in der ersten Zeit nach seiner Reinzüchtung auf diesem Material nicht über den 10. Tag hinaus überimpfbar erhalten werden.

Versuche mit Pneumokokken und Streptokokken.

Zu denjenigen Bakterienarten, deren Kultivierung nach dem gewöhnlichen Schema Schwierigkeiten macht, gehört, wie schon erwähnt wurde, auch der Pneumokokkus. Besonders auf den festen Nährböden, unter denen die mit Blut zusammengesetzten den Vorzug verdienen, zeigt er sich gegen die feinere Zusammensetzung des Substrates und die während seines Wachstums in demselben eintretenden Veränderungen sehr empfindlich, so daß ein plötzliches, unerwartetes Absterben der Kulturen häufig vorkommt. In flüssigen Nährböden kann der Pneumokokkus bisweilen länger übertragbar bleiben, besonders wenn sie blut- oder serumhaltig sind. Es ist auch bekannt, daß Pneumokokken in Stichkulturen in Agar sowohl wie in Gelatine verhältnismäßig lange überimpfbar bleiben und daß sie gegen Sauerstoffmangel keineswegs empfindlich sind.

Mit diesen früheren Befunden steht meine Beobachtung in Einklang, daß sich mehrere Pneumokokkenstämme verschiedener Herkunft bei der Kultivierung in konzentrietem, gegen Luftzutritt geschütztem Kaninchenserum auch bei dauernder Aufbewahrung bei 37° lange Zeit lebensfähig und überimpfbar erhalten haben und zwar der Stamm

H. (aus menschlichem Sekret gezüchtet) bis jetzt . . . 15 Monate,
M. K. (aus einem an Pneumokokkensepsis spontan eingegangenen Meerschweinchen) . . . . 12 Monate,
P. K. II. (aus einem an Pneumokokkensepsis nach Cornealimpfung eingegangenen Kaninchen) . . . . 9 Monate.

Die Serumkulturen des Pneumokokkus ergeben bei der Aussaat weniger Tropfen auf Blutagarplatten zahlreiche Kolonien von typischem Bau. Auch die einzelnen Kokken der aus älteren Serumkulturen gewonnenen Kolonien zeigten im gefärbten Präparat im allgemeinen das für den Pneumokokkus charakteristische Verhalten.

Wie sich die Virulenz der Stämme bei der Dauerkultivierung in Serum verhielt, konnte bisher aus äußeren Gründen nur an der Kultur P. K. II geprüft werden. Die beiden anderen Stämme waren von vorneherein so wenig virulent, daß sie sich zu Versuchen solcher Art nicht eigneten.

Der Stamm P. K. II war am 4. April 1917 in konzentriertes Kaninchenserum verimpft und unter Luftabschluß dauernd bei Zimmertemperatur (durchschnittlich 20°C) aufbewahrt worden. Am 12. Juni wurden einem Kaninchen in das eine Ohr 0,3, ins andere 0,1 ccm dieser 68 Tage alten Kultur subcutan verimpft. Beide Ohren erkrankten an der typischen erysipelatösen Phlegmone und das Tier ging am 5. Tage an der Infektion zu Grunde.

Es verhält sich hier also eine Kultur ähnlich wie das nach Neufelds Methode im Exsiccator aufgehobene Organmaterial. Neben ihrer praktischen Bedeutung hat diese Tatsache auch für die Theorie des Bakterienwachstums und der Bakterienernährung einigen Wert. Das im Reagenzröhrchen enthaltene inaktivierte, gegen den Luftzutritt geschützte Tierserum gibt den Keimen in gewisser Hinsicht einen vollwertigen Ersatz für den Organismus, ihren natürlichen Nährboden. Sie können sich in diesem der Abwehr unfähigen Material bei verhältnismäßig geringfügigem Stoff-

verbrauch lange Zeit unter Beibehaltung ihrer biologischen Eigenschaften fortpflanzen und ein zur Beimpfung neuer Nährböden und zur Verimpfung in den Tierkörper jederzeit geeignetes Material liefern.

Von Wichtigkeit ist die Tatsache, daß die Pneumokokkenkulturen auch in dem Serumnährboden Säure bilden, die den baldigen Ausfall eines Teiles des Serumeiweißes in Gestalt eines flockigen Bodensatzes verursacht, ohne daß sich daraus ein Wachstumshemmnis oder Bedingungen ergeben, die ein Absterben der Keime zur Folge haben. Es ist anzunehmen, daß ein Teil der Säure durch das Serumeiweiß gebunden wird, so daß die Keime vielleicht durch ihren Nährboden gegen die Säurewirkung geschützt werden, wie in Bouillonkulturen durch hinzugefügten Marmorstaub. Aber auch die Flüssigkeit, die in einer Pneumokokkenserumkultur nach einiger Zeit über dem Bodensatz absteht, zeigt saure Reaktion. Daraus folgt, daß die in Pneumokokkenkulturen gebildete Säure an sich für das Absterben derselben noch nicht hinreicht, daß sie unschädlich bleibt, wenn im übrigen günstige Bedingungen für das Wachstum der Keime geboten werden.

Auch Streptokokken lassen sich in der anaeroben Serumkultur lange Zeit am Leben erhalten. Zwei Stämme, von denen der eine aus einem Kniepunktat vom Menschen, der andere aus einem an Sepsis eingegangenen Kaninchen gewonnen worden war, sind seit dem 1. September bezw. 15. November 1916 jetzt seit 13 Monaten bezw. einem Jahr in Kultur, ohne daß das Material in seinem Kolonienergebnis bei der Aussaat auf Blutplatten bisher einen Rückgang erkennen läßt. Gleichzeitig auf gewöhnlichen und auf Blutagar geimpfte Kulturen dieser Stämme hielten sich nur 5 bezw. 7 Wochen überimpfbar. Von den in flüssigen Nährmedien ohne Luftabschluß angelegten Kulturen konnten noch am 110. bezw. 98. Tage positive Abimpfungen erzielt werden, als die Eintrocknung der Nährmedien schon ziemlich weit vorgeschritten war. Dagegen hat sich eine nach der Anaerobenmethode angelegte Kultur des einen Streptokokkenstammes in einfachem Agar ebenfalls über ein Jahr lebend erhalten, wie ja Streptokokken überhaupt dem anaeroben Wachstum zuneigen. Bei Gasbranduntersuchungen sind uns Streptokokkenstämme in die Hand gekommen, die selbst auf der Blutagarplatte oberflächlich nicht regelmäßig wachsen wollten, unter anaeroben Bedingungen dagegen schon in einfachem Agar gut gediehen.

Die beiden Streptokokkenstämme besaßen von vorneherein eine beträchtliche Virulenz für Mäuse. Stamm I tötete bald nach seiner Isolierung eine Maus noch in einer Menge von $^1/_{500}$ ccm einer 24 stündigen Bouillonkultur bei subcutaner Injektion. Von beiden Stämmen waren Abimpfungen der Originalserumkulturen in Bouillon noch nach 5 Monaten annähernd ebenso virulent wie die Ausgangskulturen. Eine Subkultur des Stammes I in Bouillon tötete noch in der Menge von $^1/_{100}$ ccm Mäuse mit Sicherheit.

Auch bei den Streptokokken konnte festgestellt werden, daß sich bei der Züchtung in Serum unter Luftabschluß nicht nur junge, frisch angelegte Subkulturen als tiervirulent erweisen, sondern auch ältere Kulturen, die mehrere Wochen in demselben Serumnährboden gewachsen waren. So vermochte eine 6 Wochen alte Kultur des Stammes Streptokokkus I Mäuse nach subkutaner Einführung zu töten, allerdings erst bei der Injektion der verhältnismäßig großen Dosis von 0,3 ccm.

Versuche mit hochvirulenten Typhusbakterien und Choleravibrionen.

Die günstigen Erfahrungen, die beim Streptokokkus und Pneumokokkus hinsichtlich der Erhaltung ihrer natürlichen Virulenz gemacht worden waren, legten es nahe, zu versuchen, ob nicht auch Bakterienstämme, deren Virulenz durch Tierpassagen künstlich gesteigert worden war, diese für Versuchszwecke so wichtige Eigenschaft im Serum unter Luftabschluß länger zu behalten vermögen als es bei der gewöhnlich geübten Fortpflanzungsmethode der Fall zu sein pflegt. Im allgemeinen ist ja die experimentell erzeugte hohe Virulenz für Versuchstiere bei den genannten Erregern eine ziemlich labile Eigenschaft, die sich bei fortlaufenden Passagen auf künstlichen Nährböden schnell auf einen gewissen, bei den einzelnen Stämmen verschiedenen, mehr oder weniger niedrigen Grad einstellt. Bei längerem Verweilen virulenter Kulturen auf der Oberfläche des gleichen Nährbodens tritt besonders bei Körpertemperatur wohl stets ein tiefes Absinken der Virulenz ein, während sie sich in Stichkulturen und bei Aufbewahrung in niederen Temperaturen auch in gewöhnlichen Nährböden längere Zeit annähernd unverändert erhalten kann. Kulturen, deren Virulenz sehr hoch getrieben wurde, gehen aber in der Regel auch unter diesen Bedingungen meist sehr deutlich in ihrer Tierpathogenität zurück.

Es war daher von Interesse, wie sich hochvirulente Keime der beiden genannten Arten in Serum und anderen flüssigen Nährböden bei Luftabschluß mittels Paraffinöl unter verschiedenen Temperaturbedingungen verhalten würden.

Daß tierisches Eiweiß die Virulenz von Choleravibrionen günstig beeinflußt, ist bereits aus Versuchen bekannt, in denen die Pathogenität der Keime durch längere Fortzüchtung in Choleraimmunserum gesteigert werden konnte. Möglicherweise ist hierbei auch der Immunkörper des Serums von Bedeutung gewesen. Aber auch antikörperfreies tierisches Eiweiß hat eine ähnliche Wirkung, wie die Versuche von Gruber und Wiener zeigen, die bei der Züchtung von Choleravibrionen in Eiereiweiß eine Zunahme der Virulenz der Keime feststellen konnten. In ähnlichem Sinne versuchte ich festzustellen, ob solche Kulturen die einmal erlangte Virulenz in normalem tierischem Serum als Nährboden längere Zeit würden festhalten können.

Für meine Versuche verwendete ich den Cholerastamm 3 und die Typhuskultur 690, die im September 1916 durch fortlaufende Tierpassagen auf einen sehr beträchtlichen Virulenzgrad gebracht worden waren. Der Cholerastamm tötete ein Meerschweinchen von 250 g bei intraperitonealer Injektion mit $^1/_{80}$ Öse, die Typhuskultur hatte eine Virulenz von $^1/_{20}$ Öse. Von früheren Versuchen her war bekannt, daß beide Kulturen ihre hohe Virulenz bei der üblichen Aufbewahrung verhältnismäßig nur kurze Zeit hindurch zu behalten vermochten. So war der Typhusstamm früher innerhalb von 6 Wochen, allerdings unter ungünstigen Bedingungen, von einer Virulenz zu $^1/_{10}$ Öse auf eine Öse herabgesunken, die Virulenz der Cholerakultur hatte in derselben Zeit von $^1/_{20}$ auf $^1/_2$ Öse abgenommen.

Die beiden Stämme wurden am 20. September 1916 in 50%iges, mit sterilem Leitungswasser verdünntes, mit Paraffin überschichtetes Kaninchenserum und auf einfachen Schrägagar überimpft. Und zwar wurden drei Versuchsreihen angelegt, von denen die eine dauernd bei 37°, die andere bei Zimmertemperatur gehalten wurde,

während die Proben der dritten Reihe im Eisschrank aufbewahrt wurden, nachdem sie in einer Temperatur von 37° genügend angewachsen waren. In jeder dieser drei Reihen blieb ein Serum- und Agarkulturröhrchen unter Schutz vor Verdunstung dauernd unüberimpft, eine zweite Kulturprobe wurde allwöchentlich auf neuen Agar- bezw. Serumnährboden übertragen, um den Einfluß einer längeren Reihe von Kulturgenerationen auf die experimentell gesteigerte Virulenz zu erproben.

Am 10. März 1917 wurden die im Eisschrank und bei 37° aufgehobenen Kulturen zur Prüfung ihrer Virulenz auf Agarplatten ausgesät. Das Agarkulturröhrchen der Cholera 3, das seit 180 Tagen ohne Überimpfung bei 37° aufgehoben gewesen war, ergab dabei kein Wachstum mehr, während sich die ebenso lange und unter den gleichen Bedingungen gehaltenen Serumkulturen noch als fortpflanzungsfähig erwiesen. Die Typhuskulturen waren noch alle lebensfähig; die im Eisschrank aufgehobenen Stämme ergaben sehr üppige Subkulturen, während die im Eisschrank gehaltenen Cholerakulturen nur spärliches Wachstum lieferten, besonders der oberflächlich auf Agar gehaltene Stamm.

Die mit den am 10. März gewonnenen Subkulturen und ihren nächsten Abimpfungen angestellten Tierversuche ergaben die aus Tabelle 2 ersichtlichen Virulenzgrade.

Tabelle 2. Virulenzprüfung hochpathogener Typhus- und Cholerakulturen nach 180tägigem Wachstum auf Agar und in anaerob gehaltenem 50%igem Serum.

Temperatur, bei der die Ausgangskultur aufgehoben wurde	Bakterienstamm	Überimpfungen der Ausgangskultur	Substrat der Ausgangskultur	Zur Tötung eines 250 g-Meerschweinchens erforderliche Dosis der Subkulturen
37°	Typhus 690	Seit 20. 9. 16 nicht überimpft	Agar	1 Öse
			50 % Serum	1/5 Öse
		Seit 20. 9. 16 23mal überimpft	Agar	2 Ösen
			50 % Serum	1 Öse
	Cholera 3	Seit 20. 9. 16 nicht überimpft	Agar	— Subkultur nicht gewachsen
			50 % Serum	1/10 Öse
		Seit 20. 9. 16 23mal überimpft	Agar	1/2 Öse
			50 % Serum	1/5 Öse
Eisschrank (etwa 4—6°)	Typhus 690	Seit 20. 9. 16 nicht überimpft	Agar	1/2 Öse
			50 % Serum	1/10 Öse
		Seit 20. 9. 16 23mal überimpft	Agar	1/2 Öse
			50 % Serum	1/5 Öse
	Cholera 3	Seit 20. 9. 16 nicht überimpft	Agar	1/8 Öse
			50 % Serum	1/30 Öse
		Seit 20. 9. 16 23mal überimpft	Agar	1/5 Öse
			50 % Serum	1/8 Öse

Sowohl bei den unter Brutschrankwärme aufgehobenen Kulturen wie in den Eisschrankproben macht sich demnach ein günstiger Einfluß des flüssigen Serumnährbodens auf die Erhaltung der Virulenz gegenüber der Agaroberflächenkultur deutlich geltend. Besonders klar tritt diese Einwirkung in den nicht überimpften Röhrchen zutage, hier finden sich die größten Differenzen gegenüber den gleichartig behandelten Agarkulturen, während in den Proben, die öfter auf neuen Nährboden übertragen worden waren, die Unterschiede geringer sind. Die Erhaltung der vollen Virulenz einer Cholerakultur durch 6 Monate, wie sie in der im Eisschrank aufbewahrten, 50 %igen Serumkultur erzielt wurde, ist eine Tatsache, die für experimentelle Untersuchungen von Wert sein dürfte. Das geringfügige Absinken der Virulenz bei der gleichartig behandelten Typhuskultur ist praktisch von geringem Belang, da ein Bakterienstamm, der mit $^1/_{10}$ Öse zu töten vermag, schon durch eine einzige Passage auf eine höhere Virulenz gebracht werden kann, wenn er einer solchen Virulenzsteigerung überhaupt noch fähig ist.

Am 20. Mai 1917 wurden die nunmehr 250 Tage im Eisschrank und bei Zimmertemperatur gehaltenen Cholerakulturen in 50 %igem Kaninchenserum nochmals auf Agar ausgesät, wobei wiederum üppige Kulturrasen erhalten wurden. Bei der Virulenzprüfung der neuen Kulturen ergab sich für die Eisschrankkultur ein Titer von $^1/_{30}$ Öse, während der bei Zimmertemperatur gehaltene Stamm bei $^1/_{20}$ Öse sicher tötete, ein Unterschied, der praktisch vernachlässigt werden kann.

Auch Bouillonkulturen des virulenten Cholerastammes, die mit Paraffin gegen die Luft abgeschlossen worden waren, haben sich noch einige Zeit nach der Beimpfung als erheblich virulenter erwiesen wie gleich alte Agaroberflächenkulturen, indessen war die Erhaltung der Pathogenität in diesem Material doch weder zeitlich noch dem Grade nach zu vergleichen mit dem im mit Paraffin überschichteten Serumnährboden.

Neben der Erhaltung der Virulenz hat die Züchtung des Choleravibrio in flüssigen Nährböden unter Luftabschluß durch viele Monate noch insofern einiges Interesse, als sie zeigt, wie gering der Sauerstoffbedarf auch dieses pathogenen Keimes ist, der nach den bisherigen Erfahrungen als obligater Aerobier gilt. Daß in einem Reagenzröhrchen von 9 mm Weite, in welchem 1,5 ccm einer Serumlösung mit etwa der gleichen Menge flüssigen Paraffinöls überschichtet worden war, bei monatelanger Aufbewahrung jede Spur freien Sauerstoffes fehlt, so daß den Choleravibrionen, die nach den Untersuchungen von Hesse[1]) bei völligem Fehlen des Sauerstoffes nicht zu wachsen vermögen, damit die Existenzmöglichkeit gänzlich genommen wäre, kann zwar nicht mit Sicherheit behauptet werden. Aber unter den gleichen Bedingungen vermögen sich auch sogenannte obligate Anaerobier sehr üppig zu entwickeln. Für das Bakterienwachstum kommt wahrscheinlich die Zusammensetzung des Nährsubstrates in noch höherem Grade in Betracht als geringe Unterschiede im Gasdruck, wie ja auch strenge Anaerobier und obligate Aerobier zur Vermehrung an denselben Stellen des Organismus, z. B. im Darmkanal, befähigt sind.

---

[1]) Hesse, Zeitschrift für Hygiene, Bd. 15.

Die Erhaltung der Virulenz von Bakterienstämmen durch längere Zeiträume mittels des Kulturverfahrens in flüssigem Serum unter Luftabschluß ist offenbar nur eine Teilerscheinung des günstigen Einflusses dieser Methode auf das Leben bakterieller und anderer Krankheitserreger überhaupt. Die Ursache dieser Wirkung kann wohl in dem Umstande gesucht werden, daß das Verfahren die im Organismus herrschenden Verhältnisse, soweit sie für das Bakterienwachstum von Bedeutung sind, in gewissem Grade nachahmt.

Drei Punkte kommen in dieser Beziehung vorwiegend in Betracht: die flüssige Beschaffenheit des Nährmediums, sein Reichtum an unverändertem, abbaufähigem tierischem Eiweiß und die Verhütung eines nennenswerten Einflusses der Luft auf die Kulturen.

Daß sich Bakterien in flüssigen Nährböden länger am Leben erhalten als in Oberflächenkulturen, ist bekannt. Es beruht dies einmal darauf, daß die Keime in der Flüssigkeit vor der Eintrocknung besser geschützt sind als auf festen Nährböden, besonders in Oberflächenkulturen. Auch gestattet der flüssige Nährboden den Bakterien, die ja durchaus auf ein Einzeldasein eingestellt sind, ein Leben frei von jedem engeren Verband in den ihrem Wesen fremden Kolonien, wo sie sich gegenseitig durch die konzentrierte Einwirkung ihrer Stoffwechsel- und Auflösungsprodukte schädigen. In einer Flüssigkeit verteilen sich die durch das Bakterienwachstum gebildeten Produkte besser und schneller als auf einem festen Substrat, so daß diese Stoffe in der flüssigen Kultur erst verhältnismäßig spät eine Konzentration erreichen, die dem Gedeihen besonders der empfindlicheren Keime hinderlich ist. Drittens gleicht sich in einer Kulturflüssigkeit der lokal eingetretene Nährstoffverbrauch alsbald wieder aus, während dieser Ersatz im festen Nährboden langsam und unvollkommen erfolgt; daher können in einer Nährflüssigkeit die gesamten darin enthaltenen Nährstoffe für das Bakterienwachstum ausgenutzt werden, so daß die Keime in einem flüssigen Nährboden eine relativ viel größere Menge der zu ihrem Aufbau verwendbaren Substanzen verbrauchen können als auf einem festen Substrat.

Diese günstigen Wirkungen treten schon in jedem flüssigen Nährboden zutage, der die notwendige Nährstoffmenge enthält, also auch in einfacher Bouillon. Und wie oben gezeigt wurde, genügt dieser Nährboden, beim Abschluß der Luft, in der Tat, einige Kulturen lange am Leben und tierpathogen zu erhalten. Jedoch kamen in unsern Versuchen Bouillonkulturen, die als Kontrollen für die Kulturen in Serum angelegt wurden, stets früher zum Erlöschen und lieferten viel weniger virulente Kulturen als der Serumnährboden. Neben dem Umstande, daß das Serum den Keimen quantitativ erheblich mehr Nährstoffe bietet als gewöhnliche Fleischbrühe, ist zu berücksichtigen, daß in ihm ein qualitativ viel wertvolleres Material enthalten ist. Das tierische Eiweißmolekül umfaßt eine unübersehbare Menge von Stoffen, deren einige für das Leben gewisser empfindlicher Bakterienarten unentbehrlich sind, wie ja bekannt ist. Vielleicht aber bietet das unzersetzte Eiweißmolekül den Mikroorganismen noch insofern günstige Existenzbedingungen, als es sie bei ihrer Vermehrung durch den Abbau des Komplexes zu geeigneten, vielleicht spezifisch verschiedenen Spaltprodukten eine gewisse Arbeit leisten läßt, die zur Erhaltung ihrer Lebensenergie beitragen mag. Eine besondere

Bedeutung kommt diesem Moment vielleicht bei der Erhaltung der Virulenz pathogener Stämme zu, indem sie dadurch gewissermaßen in der Übung erhalten werden, ihren natürlichen Nährstoff, das native Eiweißmolekül, auch unter veränderten Bedingungen anzugreifen und zu zersetzen.

Der dritte Punkt, die Fernhaltung der Luft von den Kulturen ist vielleicht der wichtigste von allen. Hierdurch erst werden in der im Reagensgläschen eingeschlossenen Eiweißlösung ähnliche Bedingungen hergestellt, wie sie im Organismus herrschen. Im tierischen Körper müssen außer in den Luftwegen und im oberen Teil des Verdauungskanals überall wesentlich anaerobe Verhältnisse vorhanden sein, weil ja die Absorptionsfähigkeit der Gewebe für den durch die Atmung zugeführten Sauerstoff ungleich größer ist als die der Bakterien, so groß, daß sogar ein Stückchen toten Gewebes zur Entfernung des in einer Flüssigkeit gelösten Sauerstoffes hinreicht, wie die Methode der Anaerobenkultur nach Tarozzi zeigt. Demnach müßten die meisten pathogenen Keime ihrer wahren Natur nach Anaerobier sein, die jedoch größtenteils, unter geeigneten Bedingungen, auch zum Wachstum bei Luftzutritt gebracht werden können. Aber sie zeigen in der aeroben Kultur vielfach durch ihre Hinfälligkeit, daß sie unter Verhältnissen leben, die ihrer Natur nicht gemäß sind. Schafft man ihnen annähernd ähnliche Existenzbedingungen wie im Organismus, dadurch, daß man den im Nährboden enthaltenen Sauerstoff durch Erwärmung teilweise austreibt und einen weiteren Zutritt von Luft verhindert, so zeigen sie durch ihre lange Lebensdauer in solchen Kulturen, daß sie sich unter Verhältnissen befinden, die ihrer Natur mehr entsprechen.

Die in anaerob gehaltenen Serumnährböden wachsenden Kulturen bleiben, wie schon erwähnt wurde, in der Quantität des gelieferten Bakterienmaterials hinter Oberflächenkulturen auf geeigneten Nährböden weit zurück. Aber das ist für die in diesen Versuchen erstrebten Zwecke vielleicht gerade von Vorteil. Ein rasches und üppiges Wachstum verbraucht die im Kultursubstrat enthaltenen Nährstoffe schnell und liefert nebenbei eine Menge von Zerfallsprodukten und Abbaustoffen der absterbenden Keime, die auf die noch lebenden Bakterien schädigende oder ihren biologischen Charakter verändernde Wirkungen entfalten. Es ist für die Dauerhaftigkeit einer Kultur wertvoller, wenn der einzelne Keim möglichst langsam wächst und lange lebt, als daß sich die Bakterien in üppiger Vermehruug durch überstürzte Generationsfolgen erschöpfen und ihren ursprünglichen Charakter einbüßen. Vielleicht ist die Ursache der günstigen Wirkung des Luftabschlusses auf die Lebensdauer und die Virulenz der Keime gerade in diesem Punkte zu suchen.

Für die Reinzüchtung von Erregern sind feste Nährböden eine unerlässige Bedingung. Aber für die dauernde Aufbewahrung der lebenden Kulturen, besonders der empfindlichen Arten und für die Erhaltung spezifischer biologischer Eigenschaften, wie der Virulenz, dürften Verfahren, die sich den Verhältnissen im Organismus mehr anpassen, geeigneter sein. Die vorstehend beschriebene Methode zeigt einen einfachen Weg, solche Kulturbedingungen zu schaffen.

Zusammenfassung.

Einige als kurzlebig und empfindlich bekannte Bakterienarten bleiben in sterilem Serum, das nach ½stündiger Erhitzung auf 60° durch Überschichtung mit sterilem Paraffinöl gegen den Luftzutritt abgeschlossen wurde, bei langdauerndem Aufenthalt in ein- und demselben Substrat lebensfähig und überimpfbar.

Meningokokken haben sich auf diese Weise bisher bis zu 16 Monaten entwicklungsfähig gehalten. Auch frisch aus dem Menschen gezüchtete Stämme waren dem beschriebenen Kulturverfahren zugänglich und erwiesen sich dabei als ebenso dauerhaft. Die Empfindlichkeit der Meningokokken gegen Temperatureinflüsse ist in der Serumkultur wesentlich herabgesetzt. Die morphologischen und immunologischen Eigenschaften der Meningokokkenstämme wurden in der Dauerkultur nicht merkbar beeinflußt.

Gonokokken hielten sich in den ersten Serumkulturen bis zu 42 Tagen, in der zweiten länger als 8 Wochen überimpfbar. Die Gonokokken waren in der Serumkultur gegen niedere Temperaturgrade wenig empfindlich.

Auch bei anderen gramnegativen Kokkenarten lieferte das Züchtungsverfahren im luftabgeschlossenen Serum gute Resultate.

Pneumokokken und Streptokokken blieben dabei ebenfalls lange lebensfähig. Auch die Virulenz dieser Keime hielt sich in solchen Dauerkulturen lange auf ihrer Höhe. Nicht nur frische Abimpfungen der Serumkulturen waren pathogen, sondern auch diese selbst noch im Alter von mehreren Wochen.

Auch bei hochpathogenen Typhus- und Cholerastämmen blieb die Virulenz im anaerob gehaltenen Serum wesentlich besser und länger erhalten als bei der üblichen kulturellen Fortpflanzung. Dabei zeigte sich aber ein deutlicher Einfluß der Temperatur, bei der die Serumkulturen gehalten wurden, und der Generationsfolgen derart, daß niedere Grade und seltene Überimpfungen die Erhaltung der Virulenz begünstigten, hohe Temperaturen und häufige Kulturpassagen sie herabsetzten.

Die Ursache des günstigen Einflusses der angegebenen Kulturbedingungen auf Lebensdauer und Virulenz der Bakterien wird im allgemeinen auf die Analogie der Kulturverhältnisse mit den Bedingungen zurückgeführt, die der tierische Organismus den Keimen bietet. Im besonderen dürften dabei der quantitative und qualitative Reichtum des tierischen Serums an Nährstoffen einerseits, der Sauerstoffmangel, in dessen Folge es nur zu einer sparsamen Vermehrung der Keime kommt, andrerseits in erster Linie in Betracht zu ziehen sein.

Fütterungsversuche mit Ruhr- und Typhusbacillen bei Hunden und kleinen Versuchstieren.

Von

Dr. K. W. Joetten,

Wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

I.

In Nr. 27 der Deutschen medizinischen Wochenschrift vom 6. Juli 1916 hat Dold über einige Fälle von natürlich erworbener bacillärer Ruhr bei Hunden berichtet und dabei gleichzeitig einige bei experimentellen Fütterungsversuchen gemachte Beobachtungen mitgeteilt, welche auf die Möglichkeit des Vorkommens eines Dysenteriebacillenträgertums beim Hunde hinweisen. Bei den natürlich erkrankten Tieren hatte es sich, wie bei einem schon früher von Dold und Fischer (1) beobachteten Falle, um Jagdhunde gehandelt, welche sich anscheinend bei ihrer Verwendung auf der Jagd auf den reichlich mit menschlichen Fäkalien gedüngten Äckern und Gemüsefeldern infiziert hatten. Die vier Hunde kamen mit deutlich ausgesprochenen klinischen Erscheinungen einer Dysenterie zur Untersuchung. Von allen 4 Tieren wurden Dysenteriebacillen und zwar zum Teil in großen Mengen ausgeschieden. In zwei Fällen handelt es sich dabei um Flexner-Bacillen und in je einem Falle um Bakterien vom Typus Y und vom Typus Kruse-Shiga. Der letztere Fall ist noch insofern von besonderem Interesse, als nicht nur aus den Faeces, sondern auch aus dem Blute des Tieres die Züchtung der Ruhrbakterien gelang. Die aus den Faeces und aus dem Blute gezüchteten Kruse-Shiga-Stämme hatten gleich starkes Giftbildungsvermögen. Auch durch die Ergebnisse der serologischen Blutuntersuchung wurden die bei den Hunden erhobenen bakteriologischen Befunde bestätigt, indem das Serum der Tiere die zugehörigen aus den Faeces gezüchteten Ruhrkeime in den Verdünnungen 1:100—1:300 agglutinierte.

Diese Beobachtungen gaben Dold Veranlassung zu Fütterungsversuchen mit Y-Ruhrbacillen. Ein gesunder Hund erhielt zu seinem gewöhnlichen Futter eine Kultur dieser Bakterien beigemischt. Er zeigte danach keine Krankheitserscheinungen, schied aber in der Folge, während der über 3 Monate sich erstreckenden Beobachtungszeit, andauernd Ruhrbacillen aus. Auch in der Mundhöhle des Tieres konnte Dold die Bacillen bis zum 13. Tage nach der Fütterung nachweisen. Die von Dold erhobenen Befunde sind, wie er auch selbst hervorhebt, in epidemiologischer Hinsicht nicht ohne Bedeutung.

Schon früher sind in der Literatur über das Vorkommen von Ruhrbakterien bei Tieren und über die Empfänglichkeit einzelner Tierarten für Dysenteriebacillen verschiedentlich Angaben gemacht worden. So hat Kruse (2) bei einigen Affen (Macacus Rhesus) in den Faeces Pseudodysenteriebacillen gefunden. Ferner konnte Messerschmidt (3), welcher auf Veranlassung Uhlenhuth's die Ausscheidungen normaler Kaninchen auf das Vorkommen von Ruhrbacillen untersuchte, bei 2 unter 40 Tieren Bakterien nachweisen, die von echten Dysenteriebacillen vom Typus Y nicht zu unterscheiden waren.

Bernhardt und Markoff (4) sahen unter ihren Versuchsaffen (Rhesusaffen) eine spontane durch Y-Ruhrbacillen verursachte Dysenterieepidemie auftreten. Ein von ihnen mit einer Y-Ruhrkultur in Reis gefütterter gesunder Affe erkrankte vorübergehend an typischer Ruhr; aus den Schleimflocken der Stühle gelang es, Dysenteriebacillen fast in Reinkultur zu isolieren. Eine länger dauernde Ausscheidung wurde jedoch nicht beobachtet.

Auch von Ravaut und Dopter (5) und ebenso von Bowman (6) sind Ruhrerkrankungen bei Affen (Makaken) beobachtet worden. Endlich gelang es Firth (7) durch Darreichung von Kruse-Shiga-Bacillen bei einem Rhesusaffen eine echte Dysenterie hervorzurufen.

Beim Hunde sind Infektionsversuche per os schon von Shiga (8) und Flexner (9) ausgeführt worden. Es war möglich eine Enteritis mit schleimigen, diarrhoischen Entleerungen und positivem Bacillenbefunde hervorzurufen, dabei gingen aber die Tiere jeweils in wenigen Tagen zugrunde. Eine längere Ausscheidung der Dysenteriebacillen wurde von den Autoren nicht beobachtet.

Auch bei Katzen gelang es ihnen, durch Zuführung von Dysenteriebacillen per os eine tödliche Enteritis mit positivem Bacillenbefunde zu erzeugen, jedoch nur, wenn die Tiere zuvor etwas Crotonöl erhalten hatten. Eine länger dauernde Ausscheidung wurde auch bei diesen Tieren nicht festgestellt, doch konnte Shiga bei einem Kätzchen, nachdem es am Tage vor der Infektion $^1/_2$ Tropfen Crotonöl bekommen hatte, durch Einbringung einer ganzen Agarkultur in den Magen eine Woche lang Diarrhöe hervorrufen mit positivem Bacillenbefunde in den Entleerungen. Die Bakterienausscheidung hielt bis zu dem nach 4 Wochen unter starker Abmagerung erfolgten Tode an. Bei der Sektion ergab sich eine starke Entzündung der Schleimhaut des Dickdarms und Rektums, aus diesen Darmteilen konnten die Ruhrkeime gezüchtet werden.

Im Hinblick auf die epidemiologische Bedeutung der von Dold mitgeteilten Beobachtung habe ich Versuche aufgenommen, um festzustellen, ob sich die von Dold nach der Zuführung von Y-Ruhrbacillen bei Hunden erhobenen Befunde auch bei der Fütterung mit Kruse-Shiga-Bacillen und mit Typhusbacillen bestätigen. Dabei sollte auch darauf geachtet werden, ob bei positivem Ausfall der Versuche im Serum der durch Fütterung zu Ausscheidern gewordenen Hunde gegen die betreffenden Bacillen gerichtete Antistoffe auftreten. Im Falle es gelang die Tiere durch Fütterung zu Dauerausscheidern zu machen, sollten sie außerdem später zu chemotherapeutischen Versuchen benutzt werden.

II. Fütterungsversuche mit Ruhr- und Typhusbacillen.

a) Fütterungsversuche mit Ruhrbacillen.

Bevor ich die Fütterungsversuche aufnahm, untersuchte ich zunächst bei einigen Hunden verschiedenen Alters und verschiedenartiger Rasse die Faeces auf das etwaige Vorkommen von Ruhrbacillen, und prüfte gleichzeitig die Seren der Tiere auf das Vorhandensein von Antikörpern gegen die verschiedenen Arten von Ruhrbakterien.

Das Vorkommen von Antikörpern gegen Dysenteriebacillen im Serum von unbehandelten Hunden war an sich nicht auszuschließen, nachdem die Mitteilungen Dold's gezeigt haben, daß offenbar Fälle von natürlich erworbener Dysenterie bei Hunden vorkommen können. Auch schien es nicht unmöglich, daß das Serum der Tiere vielleicht schon normalerweise solche Antikörper enthalten könnte, da es bei anderen Tierarten, z. B. bei Pferden und Eseln durch die Untersuchungen von Eisenberg (10), Kraus (11) und Haendel (12) bekannt ist, daß das Blutserum solcher Tiere schon normalerweise einen hohen Gehalt an Agglutininen, besonders gegen Flexner-Bacillen, aufweisen kann.

Während einer länger dauernden Beobachtung von 5 gesunden Hunden gelang es bei keinem der Tiere, trotz regelmäßiger Untersuchung, in den Faeces Ruhrbakterien nachzuweisen. Ebenso ließen sich bei der serologischen Untersuchung in den Seren der Tiere Bakteriolysine nicht feststellen. Bei der Prüfung auf einen etwaigen Gehalt an Bakteriotropinen nach der Methode Neufelds zeigten die Hundeseren nur in den Verdünnungen 1:5 und 1:10 geringe Phagocytose. Auch die Agglutinine für Kruse-Shiga-Bacillen hielten sich in engen Grenzen, indem die geprüften Seren höchstens bis zur Verdünnung 1:20 eine deutliche Ausflockung mit diesen Bacillen ergaben. Dagegen zeigte es sich, daß auch die Seren von Hunden Flexner- und Y-Ruhrstämme schon normalerweise ziemlich hoch agglutinieren. Die Blutseren der untersuchten Tiere bewirkten nämlich mit den benutzten Flexner-Ruhrbacillen noch in den Verdünnungen 1:50—1:200, und mit den Y-Ruhrstämmen selbst bis zur Verdünnung 1:400 deutliche Agglutination (siehe Tabelle 1.)

Tabelle 1. Agglutination von Ruhrbacillen mit normalen Hundeseren.

Serum-Verdünnung	I. Hund			II. Hund			III. Hund			IV. Hund			V. Hund		
	Kruse-Shiga-Ruhr	Flexner-Ruhr	Y-Ruhr	Kruse-Shiga-Ruhr	Flexner-Ruhr	Y-Ruhr	Kruse-Shiga-Ruhr	Flexner-Ruhr	Y-Ruhr	Kruse-Shiga-Ruhr	Flexner-Ruhr	Y-Ruhr	Kruse-Shiga-Ruhr	Flexner-Ruhr	Y-Ruhr
$^1/_{20}$	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+
$^1/_{50}$	±	+	+	—	+	+	—	+	+	±	+	+	—	+	+
$^1/_{100}$	—	—	+	—	+	+	—	±	+	—	+	+	—	—	+
$^1/_{200}$	—	—	+	—	—	+	—	—	+	—	+	+	—	—	±
$^1/_{400}$	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	—	—	—
$^1/_{800}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kochsalz-Kontrolle	—	—	—	—	—	—	—	—	-	—	—	—	—	—	—
Faeces	Keine Dysenterie-bacillen			Keine Dysenterie-bacillen			Keine Dysenterie-bacillen			Keine Dysenterie-bacillen			Keine Dysenterie-bacillen		

Am 14. 8. 1916 wurde nun einem kräftigen, $1^1/_2$jährigen Fox, bei dem ebenfalls durch wiederholte Untersuchungen festgestellt war, daß seine Faeces Ruhrbacillen nicht enthielten, die Abschwemmung einer 24stündigen Schrägagarkultur von Kruse-Shiga-Bacillen mit Milch vermischt gefüttert.

Bei dem Tiere machten sich danach keinerlei krankhafte Erscheinungen bemerkbar, die Stühle behielten ihre gewöhnliche Konsistenz, und auch die in der Folgezeit täglich gemessene Temperatur zeigte immer normale Werte. Die Stühle wurden täglich gesammelt, in der üblichen Weise auf Endoplatten verarbeitet, und nach 24stündiger Bebrütung bei 37° auf Kruse-Shiga-Bacillen untersucht. An jedem der nächsten Tage wurden außerdem von der Zunge und dem Rachen Abstriche mittels eines Diphtheriepinsels gemacht, damit Ausstriche auf Endoplatten angelegt und die Platten 24 Stunden später nach Ruhrkeimen durchsucht.

Der Nachweis der Ruhrbacillen in der Mundhöhle oder in den Stühlen gelang nach dieser Fütterung nicht. Auch nach den am 17. 8. und 23. 8. in derselben Weise wiederholten Bacillengaben konnten weder im Maul noch in den Entleerungen des Hundes die verfütterten Bakterien festgestellt werden. — Auf den Gesundheitszustand des Tieres waren die wiederholten Fütterungen ebenfalls ohne Einfluß. Die Körpertemperatur hielt sich in normalen Grenzen, und die Faeces blieben unverändert.

Nach diesen negativen Ergebnissen wurde am 4. 9. nochmals eine Fütterung vorgenommen, bei der aber die Menge der verabfolgten Keime auf 5 Kulturen gesteigert, und die Bakterienmassen nicht der Milch, sondern zerkleinertem Hundekuchen beigegeben waren.

Auch hierauf traten irgendwelche krankhafte Erscheinungen bei dem Tiere nicht ein. Wohl aber konnten jetzt bei der 1. Untersuchung am 1. Tage nach der Keimzufuhr sowohl im Rachen wie auf der Zunge des Hundes Kruse-Shiga-Bacillen noch in reichlicher Menge nachgewiesen werden. Dagegen hatte am 2. Tage die Zahl der in der Mundhöhle vorhandenen Ruhrkeime schon eine erhebliche Abnahme erfahren. Am 3. Tage konnte ein Haften der Bakterien im Maule des Tieres nicht mehr festgestellt werden.

Die Untersuchung der Faeces lieferte nach dieser Fütterung gleichfalls positive Ergebnisse. In den ersten Tagen enthielten die Stuhlentleerungen die Ruhrbakterien in sehr großer Menge. Vom 25. Tage an traten größere Schwankungen auf, indem bald mehr, bald weniger Ruhrbakterien ausgeschieden wurden. Bis zum 12. 11. waren aber die Bacillen immer ohne Schwierigkeit regelmäßig nachweisbar. Seitdem machte sich eine Abnahme der Keime auf den Platten bemerkbar, trotzdem konnte aber immer noch ein positiver Befund erhoben werden. Am 25. 11. trat zum ersten Male ein negatives Ergebnis bei dem gewöhnlichen Plattenverfahren auf. Die Faeces enthielten aber trotzdem noch Ruhrbacillen, da sich durch das gleichzeitig angestellte Kuhn'sche Bolusverfahren (13) noch einige Keime nachweisen ließen. Bei den späteren Untersuchungen waren die Bakterien aber auch mit dem gewöhnlichen Verfahren wieder festzustellen, wenngleich immer nur noch in verhältnismäßig spärlicher Zahl Ruhrkolonien zum Auswachsen kamen. Eine Zusammenstellung der bisherigen Untersuchungsergebnisse findet sich in Tabelle 2.

Tabelle 2. Ruhr-Hund, gefüttert mit Kruse-Shiga-Bacillen.

Fütterungs-Nr. u. Menge	1. 1 Schrägagarkultur 14. 8.		2. 1 Schrägagarkultur 17. 8.				3. 1 Schrägagarkultur 23. 8.							
Untersuchungsdatum	15. 8.	16. 8.	18. 8.	19. 8.	20. 8.	22. 8.	24. 8.	25. 8.	26. 8.	27. 8.	28. 8.	29. 8.	1. 9.	3. 9.
Rachenbefund	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stuhlbefund	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Fütterungs-Nr. u. Menge	4. 5 Schrägagarkulturen 4. 9.													
Untersuchungsdatum	5. 9.	6. 9.	7. 9.	8. 9.	10.9.	12. 9.	15. 9.	22. 9.	28. 9.	30. 9.	1. 10.	14.10.	19.10.	25.10.
Rachenbefund	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stuhlbefund	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Fütterungs-Nr. u. Menge	4. 5 Schrägagarkulturen 4. 9.											
Untersuchungsdatum	1. 11.	6. 11.	12.11.	20.11.	27.11.	29.11.	7. 12.	9. 12.	13.12.	15.12.	19.12.	23.12.
Rachenbefund	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stuhlbefund	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+

In Übereinstimmung mit dem von Dold erhobenen Befunde hatte sich somit durch einfache, allerdings wiederholte Fütterung beim Hunde ein länger dauerndes Haften der Ruhrbacillen im Darm erreichen lassen, das sich jetzt bereits über die von Dold angegebene Zeit erstreckt.

Bemerkenswert erscheint es, daß dabei die Ausscheidung nicht in der von Dold beobachteten Weise regelmäßig und gleichmäßig erfolgte, sondern daß sie Schwankungen zeigte, indem der Hund in der späteren Zeit an einzelnen Tagen reichlichere, an anderen nur spärlichere Bakterienmengen ausschied. Da in meinen Versuchen, abweichend von dem von Dold erhaltenen Ergebnis, die Bakterienausscheidung nicht schon nach der ersten, sondern erst nach mehrmaliger Fütterung erfolgt war; könnte vielleicht daran gedacht werden, daß in meinen Versuchen das längerdauernde Haften der Ruhrkeime entsprechend der Annahme Raubitschek's (14) erst zustande gekommen ist, weil durch die vorangegangenen Fütterungen bereits ein gewisser immunisatorischer Einfluß auf das Tier ausgeübt worden war. Auch hatte sich, worauf später eingegangen werden soll, in der Tat am Tage der erfolgreichen Fütterung bereits das Eintreten beginnender Antikörperbildung bei dem Hunde nachweisen lassen. Trotzdem dürfte aber eine derartige Annahme nicht zutreffend sein, da einmal bereits Dold bei der ersten Fütterung ein positives Ergebnis hatte, und es anderseits

auch mir in einem zweiten Falle ebenfalls gelang, schon nach der ersten Bakterienzufuhr eine längeres Haften der Ruhrkeime im Hundedarm zu erzielen.

Bei diesem zweiten Versuchstiere handelte es sich um einen ca. $^3/_4$ Jahre alten Foxterrier, der ebenfalls, wie die vorhergehende Beobachtung wieder ergeben hatte, in seinen Entleerungen keine Ruhrbacillen beherbergte.

Am 6. 9. erhielt er auf Grund der beim ersten Hunde gemachten Erfahrungen sogleich eine größere Bakterienmenge, nämlich die Abschwemmung einer 24 stündigen Agarplatte Kruse-Shiga-Bacillen, die zerkleinertem Hundekuchen zugesetzt war. Irgendwelche krankhafte Erscheinungen wurden danach bei dem Hunde nicht beobachtet, Körpertemperatur und Stuhlentleerungen zeigten nie etwas Abnormes. Wohl aber war es möglich, an den der Fütterung folgenden 2 Tagen die verfütterten Ruhrkeime im Rachen und auf der Zunge in beträchtlicher Menge nachzuweisen. Vom 3. Tage an gelang der Nachweis nicht mehr.

Auch aus den Stühlen des Tieres konnten während der ersten 3 Tage nach der Bacillengabe die verfütterten Keime heraus gezüchtet werden, dann aber setzte die Bakterienausscheidung aus, jedenfalls konnte erst wieder 9 Tage später am 18. 11. ein positives Untersuchungsresultat erzielt werden, dabei war die Zahl der auf den Endoplatten ausgewachsenen Ruhrkolonien nur sehr gering. In den alle Tage gesammelten und untersuchten Faeces ließen sich nun wieder 10 Tage lang keine Ruhrbacillen feststellen. Erst am 29. 11. konnten wieder einwandsfrei Ruhrkeime nachgewiesen werden, sodann nochmals am 8. 12., wie aus der beigegebenen Tabelle 3 zu ersehen ist.

Tabelle 3. II. Ruhrhund.

Gefüttert am 6. 11. mit 1 Agarplatte Kruse-Shiga-Ruhrbacillen.

Untersuchungsdatum	7. 11.	8. 11.	9. 11.	10.11.	11.11.	13.11.	15.11.	18.11.	19.11.	20.11.	21.11.	23.11.	25.11.	27.11.
Mundhöhle	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stuhlbefund	+	+	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—

Untersuchungsdatum	29.11.	1. 12.	3. 12.	5. 12.	8. 12.	12.12.	15.12.	20.12.	23.12.
Mundhöhle	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stuhlbefund	+	—	—	—	+	—	+	—	—

Es war also in diesem Falle mit einer einmaligen Fütterung ebenfalls gelungen, ein länger dauerndes Haften der Kruse-Shiga-Bacillen im Hundedarm zu erreichen, das sich bis jetzt bereits über eine Beobachtungszeit von über 6 Wochen erstreckt.

Die Ausscheidung der Keime geschah aber auch bei diesem Tiere nicht wie bei dem Versuche von Dold längere Zeit in ziemlich gleicher und regelmäßiger Weise, sondern erfolgte schon nach den ersten 3 Tagen nach der Fütterung unregelmäßig und nur in größeren Zwischenräumen. Außerdem hatte die Zahl der ausgeschiedenen

Keime bald beträchtlich abgenommen. Da sich auch bei dem ersten von mir gefütterten Hunde, allerdings erst später, eine solche Abnahme der Ausscheidung bemerkbar gemacht hatte, wird sich erst nach längerer Beobachtungszeit entscheiden lassen, ob wirklich ein dauerndes Haften der Ruhrkeime, und damit eine tatsächliche Dauerausscheidung durch die experimentelle Fütterung erzielt worden ist. Immerhin ist aber schon die Tatsache, daß nach einfacher Fütterung bei Hunden eine mehrmonatliche Ausscheidung eintreten kann, nach verschiedener Richtung hin bemerkenswert.

Einmal ergibt sich, daß entgegen der Annahme Raubitschek's (14) bei Tieren ein Haften darmfremder Bakterien im Darm auch vorkommen kann, ohne daß eine Immunisierung der Tiere mit den betreffenden Bakterien vorhergegangen ist.

Ferner zeigen Dold's und meine Versuche, daß Ruhrkeime vom Maule aus den Verdauungskanal des Hundes passieren können, ohne durch den Magen- oder Dünndarmsaft abgetötet zu werden. Dies ist umso auffallender, als es durch die Versuche von Kruse (2) und Lindemann (15) bekannt ist, daß dem Dünndarmsaft, namentlich beim Hunde, eine große, bactericide Wirkung zukommt. Endlich weisen die Versuchsergebnisse noch darauf hin, daß Hunde, die eine natürlich erworbene, bacilläre Dysenterie durchgemacht haben, die Krankheitserreger auch längere Zeit, selbst monatelang in ihrem Darm beherbergen und mit ihren Faeces entleeren können, was in epidemiologischer Hinsicht von Bedeutung ist.

Mit Rücksicht auf die bei den beiden Hunden erzielten positiven Ergebnisse, habe ich diese Fütterungsversuche auch auf andere Tiere ausgedehnt. Ich benutzte dazu Meerschweinchen, Kaninchen und Hühner.

Bei keinem dieser Tiere ist es mir gelungen, ein längeres Haften der Ruhrkeime im Darm zu erreichen, wohl konnten an den ersten Tagen nach der Bacillenzufuhr bei den gefütterten Tieren, auch bei Hühnern, die betreffenden Keime in den Faeces nachgewiesen werden, aber über den 3. Tag hinaus war es nie möglich. Irgendwelche krankhafte Erscheinungen oder Stuhlstörungen traten dabei auch bei diesen Tieren nicht auf.

Dagegen machten sich bei einigen Ratten, welche mehrere Male mit der Abschwemmung einer $^1/_2$ Agarplatte Kruse-Shiga-Bacillen gefüttert wurden, deutliche Krankheitserscheinungen bemerkbar. Nach der Fütterung zeigten sie auffallende Mattigkeit und magerten in den nächsten Tagen sichtlich ab.

Eine Ratte, welche am 6. 10. und 18. 10. mit Kruse-Shiga-Bacillen gefüttert worden war, ging am 17. Tage nach der 2. Keimzufuhr ein. Die Sektion ergab eine starke Injektion der Mesenterialgefäße und Rötung des gesamten Dünndarms, dessen Schleimhaut geschwollen, gerötet und mit Schleim überzogen war. Aus den erkrankten Darmpartien ließen sich die Ruhrkeime in großen Mengen herauszüchten.

Zwei andere in gleicher Weise gefütterte Ratten machten ebenfalls nach der Bacillenzufuhr einen schwerkranken Eindruck, sie erholten sich aber nach einigen Tagen wieder. Eine länger dauernde Bakterienausscheidung war bei ihnen nicht festzustellen.

b) Fütterungsversuche mit Typhusbacillen.

Die ersten Fütterungsversuche mit Typhusbacillen waren von Gaffky (16) bei Mäusen, Ratten, Meerschweinchen, Kaninchen und Hunden mit negativem Ergebnis vorgenommen worden. Remlinger (17) hatte Kaninchen und Ratten, nachdem sie einige Zeit gehungert hatten, mit Kohl- und Salatblättern gefüttert, die mit Typhusbacillen getränkt waren. Er beobachtete, daß daraufhin einzelne Tiere unter den Erscheinungen einer schweren Enteritis erkrankten und nach 2—3 Wochen zugrunde gingen. In den Entleerungen der zur Genesung kommenden Tiere konnte er kurze Zeit Typhusbacillen nachweisen und gleichzeitig im Blute das Auftreten von Agglutininen feststellen.

Wiener (18) sah Ratten, welche die Kadaver typhusinfizierter Ratten gefressen hatten, an Typhus eingehen.

Eine ähnliche Beobachtung machte Mills (18) bei denselben Tieren, die zu typhusbacillenhaltigen Fäkalien Zutritt hatten. Im Darm und in den Exkrementen solcher Tiere ließen sich die betr. Bakterien nachweisen.

Seitz (20) verfütterte Typhuskulturen und -dejekte an Meerschweinchen, woraufhin die Hälfte der Tiere an akuter Enteritis einging. Die eingeführten Keime konnten ebenfalls aus dem Darminhalt wieder herausgezüchtet werden.

Scordo (21) beobachtete nach Fütterung mit Typhusbacillen an 4 Ziegen ein ziemlich langdauerndes Auftreten der Bakterien nicht nur in den Faeces, sondern auch im Urin und in der Milch der Tiere, in letzterer sogar monatelang. Zwei der gefütterten Milchziegen gingen an der Infektion zugrunde, nachdem sie noch ihre säugenden Zieglein infiziert hatten. Die Beobachtungen Scordos konnten allerdings bei der Anstellung entsprechender Nachuntersuchungen von Ungermann und Hailer (22) nicht bestätigt werden.

Ebenso ließen sich bei den Fütterungsversuchen, welche von Hailer und Wolff (23) an Kaninchen angestellt wurden, die nach dem Vorschlage Raubitscheks vorher immunisiert waren, die Typhuskeime in den Ausscheidungen der Tiere nicht nachweisen.

Die von Metschnikoff (24) bei anthropoiden Affen unternommenen Fütterungen waren erfolgreich. Typische typhöse Krankheitserscheinungen konnten daraufhin bei den Tieren wahrgenommen werden.

Weinberg (25) sah 2 Affen 2 Tage nach der Bakterieneinverleibung sterben, die verfütterten Typhuskeime waren reichlich bei ihnen festzustellen.

Courmont und Rochaix (26) fanden in den Ausscheidungen von Hunden, die sie mit Exkrementen von Typhuskranken gefüttert hatten, mehrere Tage lang lebensfähige Typhusbakterien, ohne daß die Tiere irgendwelche Krankheitserscheinungen aufwiesen. Eine länger dauernde Ausscheidung der Bakterien ist von ihnen nicht beobachtet worden, trotzdem glaubt Courmont (27) den Hund als einen Typhusverbreiter von nicht zu unterschätzender Bedeutung ansehen zu müssen, zumal das Wohlbefinden der Hunde durch Aufnahme der Typhuskeime in keiner Weise beeinträchtigt wird.

Vor Aufnahme der Fütterungsversuche wurden von mir zunächst wieder einige gesunde Hunde längere Zeit beobachtet. Typhusbacillen konnten in ihren Faeces nicht nachgewiesen werden, ebenso wenig ließ die serologische Untersuchung erkennen, daß das Serum der Tiere etwa schon normalerweise einen höheren Gehalt an spezifischen Antikörpern gegen Typhuskeime aufzuweisen hätte.

Zu den Fütterungsversuchen mit Typhusbacillen wurde ein Foxterrier gewählt, der vorher ebenfalls längere Zeit beobachtet war, und in dessen Ausscheidungen keine Typhusbacillen nachweisbar waren. Der Hund erhielt, wie aus Tabelle 4 zu ersehen ist, am 14. 8. die Abschwemmung einer 24 stündigen Schrägagarkultur Typhusbacillen mit Milch vermischt.

Tabelle 4. 1 Typhushund: Fütterung mit Typhusbacillen.

Fütterung	1. 1 Schrägagarkultur 14. 8.		2. 1 Schrägagarkultur 17. 8.			3. 5 Schrägagarkulturen 23. 8.						4. 5 Schrägagarkulturen 4. 9.	
Untersuchungsdatum	15. 8.	16. 8.	18. 8.	20. 8.	22. 8.	24. 8.	25. 8.	26. 8.	27. 8.	29. 8.	1. 9.	5. 9.	6. 9.
Rachenbefund	—	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	+	+
Stuhlbefund	—	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	+	+

Fütterung	4. 5 Schrägagarkulturen 4. 9.												
Untersuchungsdatum	7. 9.	8. 9.	10. 9.	12. 9.	15. 9.	22. 9.	25. 9.	28. 9.	30. 9.	1. 10.	9. 10.	14. 10	16. 10.
Rachenbefund	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stuhlbefund	+	+	+	+	+	+	—	—	+	—	—	—	—

Fütterung	5. 1 Agarplatte 17. 10.												
Untersuchungsdatum	18.10.	19. 10.	20. 10.	21. 10.	22. 10.	23. 10.	25. 10.	27. 10.	29. 10.	31. 10.	1. 11.	2. 11.	6. 11.
Rachenbefund	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stuhlbefund	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	+

Fütterung	5. 1 Agarplatte 17. 10.									
Untersuchungsdatum	9. 11.	11. 11.	15. 11.	20. 11.	25. 11.	30. 11.	5. 12.	15. 12.	23. 12.	
Rachenbefund	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Stuhlbefund	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Das Tier zeigte danach keine Krankheitserscheinungen, die Ausscheidungen blieben normal, die Temperatur war nicht erhöht. Ein Nachweis der Bacillen gelang weder im Maul noch in den Entleerungen. Auch eine am 17. 8. in derselben Weise wiederholte Fütterung hatte ein völlig negatives Ergebnis.

Am 23. 8. erhielt das Tier 5 Schrägagarkulturen. Jetzt konnten an den nächsten 3 Tagen im Rachen, auf der Zunge und auch in den Stühlen die verfütterten Bacillen festgestellt werden. Da an den darauf folgenden Tagen der Nachweis der Bakterien aber nicht mehr gelang, wurde dem Hunde am 9. 9. nochmals dieselbe Bakterienmenge gegeben. Während auch nach dieser Gabe im Maule die Keime wieder nur 3 Tage lang vorhanden waren, konnten sie jetzt in den Faeces bis zum 18. Tage regelmäßig und in ziemlicher Menge gefunden werden. Bei den nächsten Untersuchungen gelang der Nachweis dann wieder nicht mehr, nur am 25. Tage wurde noch einmal ein positives Ergebnis erzielt. Am 17. 10. erhielt der Hund eine noch größere Bacillenmenge — die Abschwemmung einer Petrischale — mit zerkleinertem Hundekuchen vermischt.

Irgendwelche Krankheitserscheinungen oder Stuhlveränderungen kamen auch jetzt nicht zur Beobachtung. Im Maule des Tieres waren im Anschluß an diese Bakteriendarreichung 2 Tage lang die Keime nachweisbar und im Stuhle anhaltend bis zum 31. 10., also 14 Tage lang. Ein nochmaliger positiver Befund war in den Faeces am 19. Tage (6. 11.) festzustellen, seitdem nicht mehr.

Es war somit auch durch Fütterung von Typhusbacillen beim Hunde gelungen, ein gewisses Haften dieser Bakterien im Darm des Tieres und eine bis etwa 3 Wochen dauernde Ausscheidung zu erzielen. Im Gegensatz zu den bei den Fütterungsversuchen mit Ruhrbacillen erhaltenen Ergebnissen scheint aber eine solche Gewöhnung der Typhuskeime an den Hundedarm und eine länger dauernde, sich über Monate erstreckende Ausscheidung wie bei den Ruhrkeimen selbst bei wiederholten Fütterungen von größeren Bakterienmengen nicht stattzufinden.

Wie mit den Kruse-Shiga-Bacillen wurden auch mit Typhuskeimen Fütterungsversuche bei anderen Tieren und zwar bei Meerschweinchen, Kaninchen, Hühnern und Ratten vorgenommen und wieder in der Weise ausgeführt, daß jedesmal die Abschwemmung einer $^1/_2$ 24stündigen Agarplatte zur Verfütterung gelangte.

Bei den mit Meerschweinchen, Kaninchen und Hühnern angestellten Versuchen wurde eine länger dauernde Ausscheidung der Typhusbacillen nicht beobachtet. Die Keime waren nur am Tage und in einzelnen Fällen auch am 2. Tage nach der Fütterung in den Ausleerungen festzustellen, Krankheitserscheinungen traten nicht auf. Dagegen war es wieder auffallend, daß bei den mit Ratten angestellten Fütterungsversuchen ebenfalls alle Tiere nach der Bacillenzufuhr einen schwer kranken Eindruck machten, und daß von den 5 Versuchstieren 3 im Anschluß an die Fütterung unter den Erscheinungen einer schweren Enteritis zugrunde gingen. Von den eingegangenen Tieren war eins am 2., eines am 3. und eines am 6. Tage nach der 2. Fütterung verendet. Bei der Obduktion fand sich regelmäßig eine starke Injektion der Mesenterialgefäße, Rötung des gesamten Dünndarms, die Schleimhaut des letzteren war geschwollen, gerötet und mit dickem Schleim überzogen. Auch gelang es in

allen Fällen auf den entzündeten Stellen der Darmschleimhaut Typhusbacillen nachzuweisen.

Die 2 überlebenden Ratten wurden dann noch wiederholt mit den aus dem Darm der eingegangenen Tiere gezüchteten Typhuskeimen gefüttert, sie zeigten danach aber keine stärkeren Krankheitserscheinungen mehr, sondern erholten sich trotz der vorgenommenen Fütterungen allmählich wieder vollständig.

Jedenfalls erscheint es bemerkenswert, daß nach oraler Zufuhr von Typhusbacillen von den gefütterten Rattten mehrere unter den Erscheinungen einer schweren Enteritis und mit positivem Typhus-Bacillenbefund im Darm zugrunde gingen, während einige der Tiere zwar überlebten, aber nach den ersten Bakteriengaben doch ebenfalls schwere Krankheitserscheinungen zeigten.

III. Untersuchungen über das Auftreten von Antikörpern im Serum der gefütterten Tiere.

Wie schon erwähnt, war im Anschluß an die Fütterungsversuche das Auftreten von Antikörpern im Serum der gefütterten Hunde fortlaufend verfolgt worden. Über das Auftreten von Antikörpern in der Blutbahn nach oraler Zuführung von Antigen finden sich in der Literatur zahlreiche Angaben.

So sahen Löffler (28), K. Wolf (29), Yoshida (30), Shiga (31), Siciliano (32), Kutscher und Meinicke (33) und endlich Brückner (34) nach Fütterungen mit Mäusetyphus oder Paratyphusbacillen bei Mäusen oder Meerschweinchen Schutzstoffe im Blut der Tiere in solcher Menge auftreten, daß nachträglich erfolgte Infektionen mit sonst tödlichen Materialdosen größtenteils überstanden wurden.

Courmont und Rochaix (35) konnten nach ihrer Angabe Typhusimmunität durch stomachale Einfuhr von 8 Tage alten, bei 53° abgetöteten Kulturen erreichen.

Hida und Toyoda (36) fanden im Serum von Kaninchen und Meerschweinchen, denen sie verdaute Cholera-, Typhus- oder Dysenteriebacillen in Kapseln per os gegeben hatten, 8—14 Tage später eine deutlich agglutinierende und bakteriolytische Wirkung.

Durch Verfütterung von abgetöteten Dysenteriebacillen an Kaninchen sah Shiga (31) ebenso wie Chvostek (37) nach oraler Darreichung von lebenden und abgetöteten Ruhrkeimen eine bemerkenswerte Antikörperbildung im Blute dieser Tiere auftreten. Allerdings waren nach Angaben des letztgenannten Autors manche Kaninchen per os überhaupt nicht zu immunisieren. Chvostek beobachtete bei den betreffenden Seris hauptsächlich bakteriolytische und antitoxische aber keine agglutinatorischen Eigenschaften. Agglutinine stellte dagegen Remlinger (17) im Serum von Ratten und Kaninchen fest, denen er, wie oben bereits geschildert, mit Typhusbacillen getränkte Kohl- und Salatblätter zu fressen gegeben hatte. Auch Gabritschewsky (38) konnte bei einem Kaninchen, dem er 15 und 20 ccm einer 24 stündigen bei 60° abgetöteten Typhusbouillonkultur mittels Sonde in den Magen gebracht hatte, eine Steigerung des Agglutinationsvermögens des Serums von 1:200 bis 1:1000 nach 8 × 24 Stunden beobachten.

Um das Verhalten der Seren der gefütterten Hunde bezüglich des etwaigen Auftretens von Antikörpern fortlaufend zu verfolgen, wurden den Tieren in einzelnen Zwischenräumen Blutproben entnommen, und bezüglich ihres serologischen Verhaltens Ruhr- und Typhusbacillen gegenüber geprüft, außerdem wurden die Proben aber auch gleichzeitig daraufhin untersucht, ob vielleicht im Anschluß an die Fütterungen ein Auftreten der betreffenden Bakterien in der Blutbahn nachzuweisen war. Wie sogleich erwähnt sein möge, hatte die bakteriologische Untersuchung der Blutproben immer ein völlig negatives Ergebnis. In keinem Falle gelang es, ein Auftreten der verfütterten Keime im Blute der Tiere festzustellen. Dagegen konnte durch die serologische Untersuchung der allmähliche Beginn und der weitere Verlauf der Antikörperbildung im Blutserum bei den Hunden gut beobachtet werden.

Die Untersuchung der Sera der Hunde erstreckte sich dabei auf das Auftreten treten von Agglutininen, Bakteriotropinen, sowie von bactericiden, komplementbindenden und präzipitierenden Antikörpern. In den Tabellen 5 und 6 sind zunächst die Ergebnisse zusammengestellt, die bei der Serumprüfung des einen mit Ruhrbacillen und des mit Typhuskeimen gefütterten Hundes mittels der Agglutination und Sedimentation erhalten worden sind. Die Prüfung der Sera erfolgte jeweils mit denselben Stämmen, die zur Fütterung verwandt waren. Die Angaben über die Agglutinationshöhe des Serums des mit Ruhrbacillen gefütterten Hundes beziehen sich auf feinkörnige Agglutination, da der zur Fütterung benutzte Stamm zur Beobachtung der grobkörnigen Ausflockung, wie sie von Friedemann und Steinbock (39) und von Dünner (40) sowie neuerdings von Schiemann (41) für Ruhr empfohlen worden ist, nicht genügend eindeutige Ergebnisse brachte. Für die Ausführung der Sedimentation wurde das von Kuhn und Woithe (42) angegebene Sedimentoskop benutzt.

Als positiv wurde der Ausfall der Sedimentation bezeichnet, wenn am Boden des Reagensglases eine deutliche Häutchenbildung eingetreten war. In den stärkeren Serumkonzentrationen hatte das am Boden der Reagensgläser aufgetretene Häutchen meist stark gefaltete und umgeschlagene Ränder. Mit Abnahme der Serumkonzentration wurde die Membran am Boden der Reagensgläser zarter und gleichmäßiger. Bei negativem Ausfall der Reaktion bildeten die zu Boden gesunkenen Bakterien einen runden, scharf abgesetzten Knopf. Solche Bilder, bei denen sich in den Röhrchen mit allmählich abnehmender Serumkonzentration bereits am Boden in der Mitte des zarten Häutchen eine allmählich immer stärker ausgesprochene Knopfbildung bemerkbar machte, wurden nicht mehr als positiv, sondern als Übergangsbilder angesehen und in den nachstehenden Tabellen 5 und 6 (S. 212) mit ± bezeichnet.

Die Tabellen zeigen, daß bis Ende August die Prüfung der Seren der beiden Hunde mittels der Agglutination und der Sedimentation zunächst negative Ergebnisse hatte.

Am 31. August zeigte zuerst die Sedimentation bei dem mit Typhusbacillen gefütterten Hunde, und am 4. 9. bei dem mit Ruhr gefütterten Hunde allerdings noch geringe Ausschläge, indem beide Sera bis zur Verdünnung 1:25 positive Ausschläge bewirkten. In dem Serum des Typhushundes traten außerdem bis zur Verdünnung 1:100, in dem Serum des mit Ruhrbacillen gefütterten Hundes bis zur Verdünnung 1:50 Übergangsformen auf.

Tabelle 5. I. Ruhrhund.

Prüfung mit dem Sedimentoskop nach Kuhn und Woithe und Agglutinationsprüfung.

Serumverdünnung	14. 8.		14. 8.	17. 8.	23. 8.		23. 8.	25. 8.		4. 9.		4. 9.	22. 9.		2. 10.		24. 10.		10. 12.	
	Sed.	Agglut.			Sed.	Agglut.		Sed.	Agglut.	Sed.	Agglut.		Sed.	Agglut.	Sed.	Agglut.	Sed.	Agglut.	Sed.	Agglut.
1/25	—	—	I. Fütterung	II. Fütterung	—	—	III. Fütterung	—	—	+	—	IV. Fütterung	+	+	+	+	+	+	+	+
1/50	—	—			—	—		—	—	±	—		+	+	+	+	+	+	+	+
1/75	—	—			—	—		—	—	—	—		+	+	+	+	+	+	+	+
1/100	—	—			—	—		—	—	—	—		+	±	+	+	+	+	±	+
1/150	—	—			—	—		—	—	—	—		±	—	+	—	+	+	±	—
1/200	—	—			—	—		—	—	—	—		±	—	±	—	±	+	±	—
1/400	—	—			—	—		—	—	—	—		±	—	±	—	±	±	—	—
1/800	—	—			—	—		—	—	—	—		—	—	±	—	±	—	—	—
1/1600	—	—			—	—		—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—
1/3200	—	—			—	—		—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—
1/6400	—	—			—	—		—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—
1/12800	—	—			—	—		—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle 6. Typhushund.

Prüfung mit dem Sedimentoskop nach Kuhn und Woithe und Agglutinationsprüfung.

Serumverdünnung	14. 8.		14. 8.	17. 8.	23. 8.		23. 8.	25. 8.		31. 8.		4. 9.		4. 9.	22. 9.		2. 10.		17. 10.	24. 10.		10. 12.	
	Sed.	Agglut.		Sed.	Sed.	Agglut.		Sed.	Agglut.	Sed.	Agglut.	Sed.	Agglut.		Sed.	Agglut.	Sed.	Agglut.		Sed.	Agglut.	Sed.	Agglut.
1/25	—	—	I. Fütterung	II. Fütterung	—	—	III. Fütterung	—	—	+	—	+	+	IV. Fütterung	+	+	+	+	V. Fütterung	+	+	+	+
1/50	—	—			—	—		—	—	±	—	+	+		+	+	+	+		+	+	+	+
1/75	—	—			—	—		—	—	±	—	+	+		+	+	+	+		+	+	+	+
1/100	—	—			—	—		—	—	±	—	+	+		+	+	+	+		+	+	+	+
1/150	—	—			—	—		—	—	—	—	+	—		+	+	+	+		+	+	+	+
1/200	—	—			—	—		—	—	—	—	+	—		+	+	+	+		+	+	±	—
1/400	—	—			—	—		—	—	—	—	+	—		+	—	+	—		+	—	±	—
1/800	—	—			—	—		—	—	—	—	+	—		±	—	+	—		+	—	—	—
1/1600	—	—			—	—		—	—	—	—	±	—		±	—	+	—		+	—	—	—
1/3200	—	—			—	—		—	—	—	—	±	—		—	—	±	—		±	—	—	—
1/6400	—	—			—	—		—	—	—	—	—	—		—	—	±	—		±	—	—	—
1/12800	—	—			—	—		—	—	—	—	—	—		—	—	—	—		±	—	—	—
1/25600	—	—			—	—		—	—	—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—

Die Agglutination lieferte bei dem Typhushunde am 4. 9. die ersten positiven Ergebnisse, indem das Serum des Tieres einen Agglutinationstiter von 1:100 bei der Prüfung erreicht hatte. Die Sedimentation lieferte an diesem Tage weit höhere Werte und gab noch in der Verdünnung 1:800 deutlich positiven Ausschlag. Übergangsformen traten bis zur Verdünnung 1:3200 auf.

Bei dem mit Ruhr gefütterten Hunde waren Agglutinine zum ersten Male am 22. 9. im Blute nachweisbar, das Serum agglutinierte an diesem Tage Ruhrbacillen bis zur Verdünnung 1:75. Das Sedimentierungsvermögen des Serums übertraf in

diesem Falle die Agglutination nur wenig, zeigte gegenüber der Untersuchung vom 4. 9. aber doch eine deutliche Zunahme, da das Serum jetzt bis zur Verdünnung 1:100 positive Reaktion gab und noch bis Verdünnung 1:400 deutliche Übergangsformen auftraten.

Bei den folgenden Untersuchungen des Serums des Typhushundes machte sich nun eine weitere Zunahme sowohl von Agglutininen wie der Sedimentationskraft des Serums bemerkbar. Am 22. 9. hatte das Serum mit 1:200 seinen höchsten Agglutinationstiter erreicht, auf welchem es sich bis zur Untersuchung vom 24. 10. unverändert hielt, während das Sedimentierungsvermögen des Serums noch bis zum 24. 10. eine Zunahme erfuhr. Das Sedimentierungsverfahren gab an diesem Tage die stärksten Ausschläge, und zwar stark positive Reaktion bis zur Verdünnung 1:1600 und Übergangsformen bis zur Verdünnung 1:12800. Die Sedimentationskraft hatte also bei dem Serum dieses Tieres eine weit höhere Steigerung erfahren, als das Agglutinationsvermögen. Die Prüfung des Serums des Ruhrhundes ergab bei der weiteren Untersuchung etwas andere Verhältnisse, insofern als hier die Agglutination ihre höchsten Werte erst bei der Untersuchung am 24. 10. mit dem Titer 1:400 erreicht hatte, während das Sedimentierungsvermögen des Serums gegenüber der Höhe, wie sie am 2. 10. festgestellt worden war, — positive Reaktion bis 1:150, Übergangsformen bis 1:800 — keine weitere Steigerung mehr erfuhr. Auch machten sich bei diesem Hunde so erhebliche Unterschiede bezüglich der Sedimentation und Agglutination wie bei dem mit Typhusbacillen gefütterten Tiere nicht bemerkbar, indem die mit dem Sedimentierungsverfahren erhaltenen Ausschläge die Agglutinationswerte des Serums nur verhältnismäßig wenig übertrafen.

Jedenfalls zeigten aber auch die Untersuchungen bei diesem Tiere kein übereinstimmendes Parallelgehen der beiden Reaktionen, der Agglutination und Sedimentation.

Bei einer später am 10. 12. vorgenommenen nochmaligen Serumuntersuchung des Ruhrhundes zeigten allerdings beide Reaktionen einen ziemlich gleichmäßigen Abfall, indem die Agglutination nur noch bei der Serumverdünnung 1:100, die Sedimentation nur in der Verdünnung 1:75 positiven Ausschlag und bis zur Verdünnung 1:200 Übergangsformen ergab.

Auch bei dem Typhushunde war bei der letzten Untersuchung am 10. 12. bereits bei beiden Reaktionen ein deutlicher Abfall erkennbar. Der Rückgang war aber bei der Agglutination nur verhältnismäßig gering, indem der Agglutinationstiter des Serums, der am 24. 10. 1:200 ergeben hatte, nur auf 1:150 gefallen war. Das Absinken der Sedimentationskraft war erheblich stärker. Das Serum, welches am 24. 10. mittels des Sedimentationsverfahrens positive Ausschläge bis zur Verdünnung 1:1600 und Übergangsformen noch bis zur Verdünnung 1:12800 gegeben hatte, ließ eine positive Sedimentierung nur noch bis zur Serumverdünnung 1:150, und Übergangsformen bis 1:400 erkennen.

Auffallend war schon bei den mit diesen beiden Reaktionen erhaltenen Ergebnissen, daß die im Anschluß an die Fütterungen aufgetretene Antikörperbildung ein verhältnismäßig langsames Ansteigen zeigte, das z. B. bei beiden Tieren nach der

am 4. 9. vorgenommenen Fütterung, bei dem Typhushunde erst am 2. 10. und bei dem Ruhrhunde erst am 24. 10. den Höhepunkt erreicht hatte.

Auch erscheint es bemerkenswert, daß durch die bei dem Typhushunde am 17. 10. vorgenommene weitere Fütterung mit einer großen Menge Typhusbazillen (1 Agarplatte) nach 8 Tagen eine weitere Erhöhung des Antikörpergehaltes nicht mehr nachzuweisen war.

Die Ergebnisse der Untersuchungen über das Auftreten von bakteriotropen Antikörpern sind in der Tabelle 7 zusammengestellt. Für diese Untersuchungen wurde die von Neufeld angegebene Technik benutzt.

Tabelle 7. Bakteriotropinbestimmung nach Neufeld.

I. Ruhrhund

Serumverdünnung	14. 8.	17. 8.	23. 8.	4. 9.	4. 9.	15. 9.		2. 10.		17. 10.		24. 10.		10. 12.	
						ohne Kompl.	mit Kompl.	ohne Kompl.	mit Kompl.	ohne Kompl	mit Kompl.	ohne Kompl.	mit Kompl.	ohne Kompl.	mit Kompl.
1/5	I. Fütterung	II. Fütterung	III. Fütterung	±	IV. Fütterung	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+
1/10				—		—	—	+	+	+	+	+	+	+	+
1/20				—		—	—	—	±	+	+	+	+	+	+
1/40				—		—	—	—	—	+	+	+	+	+	+
1/80				—		—	—	—	—	±	+	+	+	+	±
1/160				—		—	—	—	—	—	—	+	+	±	—
1/320				—		—	—	—	—	—	—	±	±	—	—
1/640				—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kontrolle ohne Serum				—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Typhushund

Serumverdünnung	14. 8.	17. 8.	23. 8.	4. 9.		4. 9.	15. 9.		2. 10.		17. 10.		17. 10.	25. 10.		10. 12.	
				ohne Kompl.	mit Kompl.		ohne Kompl.	mit Kompl.	ohne Kompl.	mit Kompl.	ohne Kompl.	mit Kompl.		ohne Kompl.	mit Kompl.	ohne Kompl.	mit Kompl.
1/5	I. Fütterung	II. Fütterung	III. Fütterung	+	+	IV. Fütterung	+	+	+	+	+	+	V. Fütterung	+	+	+	+
1/10				±	—		+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
1/20				—	—		+	—	+	+	+	+		+	+	+	+
1/40				—	—		—	—	+	+	+	+		+	+	+	+
1/80				—	—		—	—	+	+	+	±		+	+	+	±
1/160				—	—		—	—	±	—	+	±		+	+	—	—
1/320				—	—		—	—	—	—	—	—		+	—	—	—
1/640				—	—		—	—	—	—	—	—		—	—	—	—
Kontrolle ohne Serum				—	—		—	—	—	—	—	—		—	—	—	—

Zum ersten Male konnte eine deutlich ausgesprochene Zunahme bakteriotroper Immunstoffe beim Ruhrhunde am 17. 10. dem 43. Tage nach der 4. Fütterung und beim Typhushunde am 2. 10. dem 28. Tage nach der 4. Fütterung festgestellt werden.

Auch hier machte sich somit die Vermehrung dieser Antikörper im Serum beider Tiere verhältnismäßig spät bemerkbar. In der Folgezeit hielten sie sich aber ziemlich auf gleicher Höhe. Auch bei einer am 10. 12. vorgenommenen Untersuchung war noch kein stärkeres Absinken eingetreten. Durch Komplementzusatz konnte eine ausgesprochene Steigerung der Phagocytose nicht erzielt werden.

Die Untersuchung auf bactericide Antistoffe hatte bei dem Ruhrhunde stets negative Ergebnisse. Dagegen waren bei dem Typhushunde am 2. 10., wie aus Tabelle 8 hervorgeht, im Plattenversuch bactericide Antikörper nachweisbar. Der am 24. 10. vorgenommene Plattenversuch lieferte sehr unregelmäßige Ergebnisse und am 10. 12. waren bactericide Antistoffe mittels des Plattenverfahrens nicht mehr feststellbar.

Tabelle 8. Bactericide Plattenversuche.

Typhushund.

Serum-Verdünnung	Meerschw. Komplement 10%	Bakteriengemisch	Keimzahl am:			
			4. 9.	2. 10.	24. 10.	10. 12.
1/10	0,5	0,5 ccm von 1/50000	∞	500	500	∞
1/50	„	„	∞	50	∞	∞
1/100	„	„	∞	300	∞	∞
1/500	„	„	∞	200	1000	∞
1/1000	„	„	∞	600	∞	∞
1/5000	„	„	∞	50	800	∞
1/10000	„	„	∞	2—3000	5000	∞
1/50000	„	„	∞	5000	1000	∞
1/100000	„	„	∞	5000	∞	∞
1/500000	„	„	∞	∞	500	∞
1/1000000	„	„	∞	∞	5000	∞
1/5000000	„	„	∞	∞	200	∞
Kontrolle 1 sofort gegossen	1,5 Na Cl	0,5	∞	∞	∞	∞
Kontrolle 2 am Ende gegossen	1,5 Na Cl	0,5	∞	∞	∞	∞
Kontrolle 3	1,0 Na Cl + 0,5 Kompl.	0,5	∞	∞	∞	∞

Im Tierversuch kam dem Serum des Hundes selbst noch in der Verdünnung 1:50 auch am 2. 10. keine schützende Wirkung zu. Die Komplementbindungsversuche und die Untersuchungen über den etwaigen Gehalt an Präzipitinen hatten bei beiden Hunden negative Ergebnisse.

Zusammenfassend ergibt sich, daß Hunde auch nach einfacher Fütterung mit Kruse-Shiga-Bacillen diese Bakterien, ohne Krankheitserscheinungen zu zeigen, lange Zeit im Darme beherbergen und mit den Faeces ausscheiden können. Bei den anderen Versuchstieren (Meerschweinchen, Kaninchen, Hühner) wurde eine solche länger dauernde Ausscheidung der betreffenden Bakterien nicht beobachtet.

Mit Ruhrbacillen gefütterte Ratten zeigten im Anschluß an die Fütterung deutliche Krankheitserscheinungen. Eines der gefütterten Tiere starb unter den Erscheinungen einer schweren, akuten Enteritis.

Bei Fütterung von Hunden mit Typhusbacillen kam es bei den Tieren ebenfalls, ohne daß sie Krankheitserscheinungen aufwiesen, zu Ausscheidungen der Bakterien mit den Faeces. Die Ausscheidung erstreckte sich aber auch nach wiederholter oraler Zufuhr der Typhuskeime anscheinend nur über einen beschränkten Zeitraum und ist von nicht so langer Dauer wie die Ausscheidung von Ruhrbakterien bei den mit Kruse Shiga-Ruhrbacillen gefütterten Hunden.

Bei Meerschweinchen, Kaninchen und Hühnern wurde auch nach der Fütterung mit Typhusbacillen eine länger dauernde Ausscheidung nicht beobachtet.

Dagegen zeigten die mit Typhusbacillen gefütterten Ratten nach der Fütterung ebenfalls schwere Krankheitserscheinungen, die bei mehreren der gefütterten Tiere zum Tode führten.

Im Anschluß an die orale Zufuhr von Typhus- und Ruhrbacillen ließ sich in dem Serum der gefütterten Hunde das Auftreten spezifischer Antikörper, von Agglutininen, sedimentierenden und bakteriotropen Antikörpern, nachweisen. Die Bildung der betreffenden Antistoffe erfolgte nur allmählich und langsam und hatte den jeweils höchsten Anstieg erst verhältnismäßig spät erreicht.

Bei den Agglutininen machte sich schon bald wieder ein stärkerer Abfall geltend, auch bei dem mit Ruhrbacillen gefütterten Hunde, obwohl dieses Tier weiterhin noch immer Ruhrbacillen ausschied.

Die bakteriotropen Antistoffe haben sich dagegen in der Folge ziemlich lange, über 2 Monate, auf gleicher Höhe gehalten.

Das Serum einzelner Hunde enthält normalerweise schon einen nicht unerheblichen Gehalt an Agglutininen für Flexner- und Y-Ruhrbacillen.

Literatur.

1. Dold und Fischer, siehe Deutsche med. Wochenschr. 1916, Nr. 27.
2. Kruse, Veröffentl. auf dem Geb. der Medizinalverw. Bd. 1, H. 48.
3. Messerschmidt, Deutsche med. Wochenschr. 1912, Nr. 39.
4. Bernhardt und Markoff, Zentralbl. f. Bakt. Abt. 1, Bd. 65, 1912.
5. Ravaut und Dopter, Bull. de la soc. de path. exot. T. 2, Nr. 1, 1909.
6. Bowman, Philipp. journ. of sc. 1910, Nov.
7. Firth, zitiert nach Lentz in Kolle und Wassermanns Handb. der path. Mikroorg. Bd. 3, S. 935.
8. Shiga, Zentralblatt f. Bakt. Abt. 1, Bd. 24, S. 916.
9. Flexner, Zentralblatt f. Bakt. Abt. 1, Bd. 30, 1901.
10. Eisenberg, Wiener klin. Wochenschr. 1904.
11. Kraus und Dörr, Zeitschr. f. Hyg., Bd. 55.

12. Haendel, Arb. aus dem Kaiserl. Gesundh., Bd. 28.
13. Kuhn, Weitere Mitteilungen über den Nachweis von Typhus, Ruhr und Cholera durch das Bolusverfahren, Med. Klinik 1916.
14. Raubitschek, Virchows Archiv Bd. 209, 1912.
15. Lindemann, Dissertation, Bonn 1909.
16. Gaffky, Mitteilung aus dem Kaiserl. Gesundh., Bd. 2.
17. Remlinger, Ann. inst. Pasteur, T. 2, 1897.
18. Wiener, Zentralblatt f. Bakt. 1903.
19. Mills, Brit. med. Journ., 21. 1. 1911.
20. Seitz, Bakteriol. Studien zur Typhus-Ätiologie, München 1886.
21. Scordo, Zentralblatt f. Bakt. Bd. 57, 1911.
22. Ungermann und Hailer, Zentralbl. f, Bakt. 1912, Beilage.
23. Hailer und Wolff, Arb. aus dem Kaiserl. Gesundh., Bd. 47, 1911.
24. Metschnikoff, Ann. inst. Pasteur, T. 25, 1911.
25. Weinberg, Compt. rend. soc. Biol. T. 61, Nr. 38, 1906.
26. Courmont und Rochaix, Sem. med. 1910, Nr. 26; Lyon med. 1910, p. 503.
27. Courmont, Le chien porteur de bacillus Eberth. Bull. acad. med. T. 63, 1910, Nr. 25.
28. Löffler, v. Leuthold-Festschrift, Bd. 1.
29. K. Wolf, Münch. med. Wochenschr. 1908, Nr. 6.
30. Yoshida, Archiv f. Hyg., Bd. 69, S. 21, 1909.
31. Shiga, Zentralblatt f. Bakt. Abt. 1 Ref. Bd. 42, S. 414.
32. Siciliano, Riv. crit. Clin. med. Vol. 10, 265, 1909.
33. Kutscher und Meinicke, Zeitschrift f. Hyg. Bd. 52, 301.
34. Brückner, Zeitschrift f. Immun. Bd. 8, 439, 1911.
35. Courmont und Rochaix, Compt. rend. acad. science, T. 152, Nr. 12.
36. Hida und Toyoda, Zentralblatt f. Bakt., 1. Abt. Ref. Bd. 42, 1909.
37. Chvostek, Wiener klin. Wochenschr. 1908, Nr. 14, S. 453.
38. Gabritschewsky, Zentralblatt f. Bakt. Ref. Bd. 36, S. 24.
39. Friedemann und Steinbock, Deutsche med. Wochenschr. 1916, S. 215.
40. Dünner, Berl. klin. Wochenschr. 1915, S. 1184.
41. Schiemann, Zeitschr. f. Hyg. und Infektionskrankh. Bd. 82, 1916.
42. Kuhn und Woithe, Med. Klinik 1909, Nr. 43.

Über den Typhusbacillennachweis vermittels des Bierastschen Petrolätherverfahrens und der Bolus-Methode nach Kuhn, sowie über die Verwertbarkeit dieser Verfahren für die bakteriologische Ruhrdiagnose.

Von

Dr. K. W. Joetten,
Wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

I.

Der kulturelle Nachweis der Typhusbacillen macht bei dünnbreiigen oder flüssigen Stühlen von Schwerkranken bei einem nicht zu spärlichen Gehalt an Typhusbacillen meistens nicht allzu große Schwierigkeiten. In allen den Fällen, wo nur wenig Bacillen in den Ausscheidungen vorhanden sind, vor allem bei festen Stühlen, bei Rekonvaleszenten und Bacillenträgern gestaltet der Bacillennachweis sich aber häufig außerordentlich schwierig. Zudem werden in solchen Fällen die Keime meist unregelmäßig ausgeschieden und sind dann bei ihrer geringen Anzahl auf größere Stuhlmengen verteilt, so daß sie bei den üblichen Plattenausstrichverfahren, bei denen nur geringe Kotmengen zur Verarbeitung gelangen, leicht der bakteriologischen Kontrolle entgehen. Die früheren bakteriologischen Typhusnachweismethoden krankten aber nicht allein daran, daß nur wenig Material verarbeitet werden konnte, sondern es machte sich bei ihnen noch außerdem das Überwuchern der anderen Darmkeime, vor allem der Kolibacillen, ebenfalls störend bemerkbar. Diese Schwierigkeiten suchte man zunächst durch Herstellung von Elektivnährböden zu beseitigen, welche das Wachstum der Begleitbakterien unterdrücken, den Typhuskeimen aber gute Wachstumsbedingungen bieten sollten. Es zeigte sich jedoch, daß auch bei diesem Vorgehen die Typhuskeime ebenfalls, ja unter Umständen in fast noch höherem Maße als die Begleitbakterien auf solchen Elektivnährböden geschädigt wurden und so, zumal wenn sie nur in geringer Anzahl in den untersuchten Massen vorhanden waren, nicht zum Auskeimen kamen und der Kontrolle entzogen wurden.

Diesen Übelständen würde dadurch abzuhelfen sein, wenn ein tatsächliches Anreicherungsverfahren zur Verfügung stände, welches bei Heranziehung größerer Stuhlmengen eine wirkliche Vermehrung der nur in geringer Anzahl vorhandenen Typhusbacillen herbeiführte und das Überwuchern der anderen störenden Darmbakterien verhinderte. — Ein derartiges Verfahren besitzen wir z. B. bei der Choleradiagnose in

der Peptonwasseranreicherung, bei welcher eine wirkliche Vermehrung der Choleravibrionen durch Vorkultur einer größeren Menge Untersuchungsmaterial erreicht wird.

Hoffmann und Ficker (1) haben ein solches Anreicherungsverfahren auch für Typhusbacillen angegeben, bei welchem sie für größere Stuhlmengen zur Vorkultur eine 3% Peptonarühe mit 0,6% Koffein und etwas Kristallvioletzusatz benutzen, wodurch die Kolibacillen und die übrigen Darmbakterien viel stärker als die Typhusbacillen gehemmt werden. Das Verfahren, durch das unter Umständen eine nicht unerhebliche relative Anreicherung der Typhuskeime erreicht wird, ist aber ziemlich zeitraubend und umständlich und hat deshalb in der bakteriologischen Praxis bisher nur beschränkte Anwendung gefunden. Sodann haben Löffler sowie Lentz und Tietz (2) zur Vorkultur bezw. zur Anreicherung der Typhuskeime die Benutzung von Malachitgrünnährböden empfohlen. Diese Nährböden haben sich ebenfalls gut bewährt und liefern gegenüber dem einfachen Plattenverfahren bessere Ergebnisse, eine eigentliche Anreicherung der Typhusbacillen wird aber auch bei ihnen nicht erzielt.

Eine gewisse Anreicherung durch Vorkultur suchte man in verschiedenen Laboratorien ferner schon dadurch zu erreichen, daß die zu untersuchenden festen Faeces in physiologischer Kochsalzlösung, alkalischer Bouillon oder Rindergalle sorgfältig verrieben und einige Zeit bei Brutschranktemperatur gehalten wurden, um so eine völlige Aufschließung der benutzten Kotmengen und eine bessere Entwicklung der Keime herbeizuführen. Erst nach der Bebrütung werden einige Ösen dieser Aufschwemmungsflüssigkeit anf Elektivplattenreihen gebracht und weiter verarbeitet. Hierbei kann sich aber neben der Anreicherung der pathogenen Keime ebenfalls wieder eine stärkere Entwicklung der Begleitbakterien störend bemerkbar machen, so daß auch bei diesem Vorgehen nicht immer befriedigende Resultate erzielt werden.

II.

In neuerer Zeit hat nun Bierast (3) ein Anreicherungsverfahren angegeben, wobei die Gesamtmengen der eingesandten Stuhlproben der Untersuchung zugängig gemacht und gleichzeitig die in den Stuhlmengen vorhandenen Kolikeime ohne Schädigung der Typhus- und Paratyphuskeime vernichtet werden sollen. Bierast will in dem Petroläther mit einem Siedepunkt unter 40° einen Körper gefunden haben, der bei Zimmertemperatur bei einer Einwirkungszeit von 15—24 Stunden Typhus- bezw. Paratyphuskeime nicht nachteilig beeinflußt, dagegen Kolikeime, abgesehen von bestimmten biologisch sich atypisch verhaltenden Stämmen, elektiv abtötet. Auch die Ruhrerreger und das Bakt. ent. Gärtner sollen dem Petroläther gegenüber eine gewisse, wenn auch geringere Widerstandsfähigkeit aufweisen wie die Typhus- und Paratyphuskeime. Der Flexnersche Bacillus und der Bacillus Y sollen dabei empfindlicher sei als der Kruse-Shiga-Ruhrbacillus, während dem Bac. ent. Gärtner die geringste Resistenz zukommen soll. Im einzelnen gibt Bierast für die praktische Stuhluntersuchung folgende Anweisung:

„Das gesamte eingeschickte Stuhlmaterial wird mit dem im Versandgefäß befindlichen Löffel in ein fettfreies, steriles Pulverglas gebracht, mit steriler Nährbouillon vermischt und nach festem Verschluß des Glases mit gut passendem, sterilem Kork solange geschüttelt, bis das Material von dünnflüssiger Beschaffenheit ist. Auf etwa fünf Löffel festen Stuhles kommen ungefähr

10 ccm steriler Nährbouillon. Ist der Stuhl bereits dünnflüssig, fügt man trotzdem (zwecks späterer Emulsionsbildung) etwa 0,5 ccm Bouillon hinzu und schüttelt den Inhalt kurze Zeit.

Hierauf gießt man soviel Petroläther zu, daß das Material etwa in Daumenbreite damit überschichtet ist.

Bestimmte Mengen lassen sich weder hinsichtlich der Nährbouillon noch des Petroläthers wegen der jeweils schwankenden Konsistenz und Menge des eingesandten Stuhlmaterials angeben.

Nachdem man das Glas nach Zusatz des Petroläthers abermals einige Minuten intensiv geschüttelt und nach 15 Minuten das Schütteln wiederholt hat, läßt man das so vorbehandelte Stuhlmaterial 15 Stunden bei Zimmertemperatur gegen Licht geschützt stehen.

Nach Ablauf dieser Zeit entnimmt man mit steriler, geschlossen eingeführter Pipette von dem Boden des Gefäßes etwas Material, verarbeitet davon zwei Tropfen mit dem Glasspatel auf einer Fuchsin- oder Blauagarplatte und beschickt mit derselben Kante des Spatels noch eine zweite Platte. Die Untersuchung der Platten erfolgt in der üblichen Weise nach 16—18 stündigem Aufenthalt derselben im Brutschrank bei 37°.

Das Pulverglas muß aus braunem Glas von besonderer Güte bestehen, damit es im Heißluftsterilisator einer Temperatur von 100° ausgesetzt werden kann, ohne zu zerspringen. Die Höhe des Glases einschließlich Glashals soll 7 cm, ohne Hals 4,5 cm, der Durchmesser des Bodens 4,5 cm betragen.

Bierast will bei einer derartigen Vorbehandlung der Stuhlproben mit Petroläther eine 30 fach größere Materialmenge, als bisher überhaupt verwendbar war, für den kulturellen Nachweis der Typhus- und Paratyphuskeime verarbeiten können.

Die von Bierast angegebene Methode ist in verhältnismäßig kurzer Zeit Gegenstand verschiedener Nachprüfungen gewesen. Die ersten Nachuntersuchungen sind von Schmitz (5), Jaffé (6) und Hall (7) angestellt worden und haben im großen und ganzen zu einer Bestätigung der Angaben Bierasts geführt. Bezüglich der Einwirkung des Petroläthers auf die verschiedenen Darmbakterien kommen die genannten Autoren mit Bierast zu dem Schluß: „Petroläther tötet bei 12—16 stündiger und selbst bei 76—96 stündiger Einwirkung Typhus- und Typhusbacillen nicht ab (Bierast, Hall).

Kolistämme werden in der von Bierast angegebenen Zeit fast ausnahmslos abgetötet. Parakolistämme nehmen eine gewisse Mittelstellung ein (Bierast, Hall, Jaffé). Ein abschließendes Urteil über die Verwendbarkeit des Verfahrens auch für die Ruhrdiagnose kann nach diesen Autoren noch nicht abgegeben werden.

Etwas abweichend von der Originalmethode wird von Jaffé wegen der großen Infektionsgefahr, die für den Untersucher durch das Schütteln der infektiösen Stuhlmassen bei schlechtem Korkverschluß entsteht, empfohlen, das Stuhlmaterial nur mit einem unten stempelförmig verbreiterten Glasstab unter allmählicher Petrolätherzugabe zu verreiben. Auch bei diesem Vorgehen wird eine intensive Schädigung der Kolikeime, wie die Versuche ergeben haben, erzielt. Hall hält die Verarbeitung einer nur nußkerngroßen Stuhlmenge bei Zusatz von 7—8 ccm Bouillon und von 4—5 ccm Petroläther für ausreichend. Die Mischung wird ½ Stunde in einer Schüttelmaschine (120 Stöße in der Minute) geschüttelt und bleibt dann 1½ bis 2 Stunden bei Zimmertemperatur gegen Licht geschützt stehen.

Durch diese Modifikation will Hall nicht nur eine erhebliche Zeitersparnis in der Diagnosestellung erzielen, sondern es soll dadurch auch das bei manchen Stuhlproben auftretende, starke Kokkenwachstum, welches er bei der Nachprüfung der Originalmethode auf seinen Platten hin und wieder beobachtet hatte, vermieden werden.

Jedenfalls kommen die genannten Autoren übereinstimmend zu einem für die Petroläthermethode günstigen Urteil. In einem zusammenfassenden Referat berichtete Bierast (4) über diese Arbeiten und konnte dabei darauf hinweisen, daß die Autoren bei 93 Stuhluntersuchungen nach dem gewöhnlichen Verfahren 19 potitive, nach der Behandlung mit Petroläther aber 31 positive Befunde erhalten und somit mit dem Petrolätherverfahren eine Steigerung der erfolgreichen Untersuchungen um 40,56% erzielt hatten. Seitdem sind noch einige weitere Nachprüfungen des Verfahrens erfolgt.

Zunächst hat „Schuscha" (8) die Erfahrungen von Bierast und Hall gleichfalls bestätigt und in einer späteren Mitteilung (9) auch zum Nachweis von Typhusbacillen im Wasser die Verwendung des Petroläthers in Verbindung mit der Liq. ferri oxychlorati-Fällung empfohlen.

Von Wiesner (10), welcher in einer eingehenden längeren Arbeit über Bacillenträgeruntersuchungen berichtet, hat dabei ebenfalls das Petrolätherverfahren einer Nachprüfung unterzogen. Seine Befunde stehen aber in Widerspruch zu den Ergebnissen, welche die bisher genannten Nachuntersucher erhalten hatten. Er konnte nicht nur hinsichtlich des Koliwachstums große Schwankungen nach der Verarbeitung der Stühle mit Petroläther beobachten, sondern auch bei den Fällen mit positivem Typhusbacillennachweis war die Zahl der gewachsenen Typhuskolonien auffallend gering. Bei Versuchen mit typhusbacillenhaltigen Gallenproben von Leichen, welche Typhuskeime in großer Menge enthielten, hat er ebenfalls eine vollkommene Vernichtung des Typhuskeime oder zumindest eine ungeheuere Keimverminderung durch den Petroläther mit Ausnahme eines einzigen Falles gefunden. Das Bierastsche Petrolätherverfahren besitzt deshalb nach seiner Ansicht ebenso wie alle die anderen auf dem Hemmungsprinzip aufgebauten Nachweismethoden ebenfalls nur eine beschränkte Verläßlichkeit, weil der Petroläther wie die anderen bisher zur Hemmung der Begleitbakterien angewandten Substanzen doch auch gleichzeitig eine relative Schädigung der Typhuskeime bedingt und dadurch bei einem geringen Gehalt der Stuhlproben an Typhusbacillen die Entwicklung derselben in der Kultur vollständig unterdrücken oder zumindest doch stark beeinträchtigen kann. Der Schwerpunkt bei der Stuhluntersuchung auf Typhuskeime ist daher seines Erachtens vornehmlich auf eine Anreicherung der spärlichen Typhusbacillen mit Ausschaltung aller hemmenden Einflüsse zu verlegen.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend hat v. Wiesner ein Gallenanreicherungsverfahren ausgearbeitet, welches darin besteht, daß nach sorgfältigem Verreiben der Faecesmassen in steriler Rindergalle mit 10% Bouillonzusatz die Stuhlaufschwemmungen vor der Verimpfung 6—8 Stunden in den 37°-Brutschrank gestellt und dann erst in der gewöhnlichen Weise verarbeitet werden.

Bei diesem Vorgehen will er bei der Untersuchung von Typhus-, Paratyphus- und Ruhrstühlen bessere Resultate erzielt haben als mit den sonst üblichen und dem Bierastschen Petrolätherverfahren, indem ihm das letztere bei 62 Untersuchungen nur 3%, das Galleanreicherungsverfahren dagegen 38% positive Ergebnisse geliefert habe.

An einem großen Material hat ferner P. Th. Müller (11) die Petrolăthermethode nachgeprüft und in mehreren Arbeiten darüber berichtet. Während sich ihm bei der ersten Nachprüfung bei einer Massenuntersuchung von 1379 fraglichen Bacillenträgern, bei welcher er 9 positive Typhus-, 7 positive Paratyphus- und 34 positive Ruhrbefunde erheben konnte, das Verfahren gut bewährte und ihm durch die starke Zurückhaltung der Kolikeime namentlich auch die Durchsicht der Platten und das Auffinden der pathogenen Keime wesentlich erleichert hatte, lieferte ihm eine zweite spätere Untersuchungsreihe (12) bei Verwendung eines anderen Petroläthers weniger befriedigende Ergebnisse. Die Ursache dafür glaubt er in der wechselnden Reinheit des käuflichen Petroläthers suchen müssen. Im übrigen hat er aber den Eindruck, daß schon in dem rein mechanischen Vorgang des während einer Viertelstunde fortgesetzten Schüttelns der Stuhlproben in einer kräftig wirkenden Schüttelmaschiene ein wesentlicher Vorteil der Bierastschen Methode zu sehen ist, da dadurch eine feine Verteilung und Aufschließung der Keime aus den Faeces zustande kommt. Nicht ausgeschlossen ist es seiner Meinung nach, daß dem Petroläther vielleicht auch als lipoidlösendes Agens hierbei eine gewisse aufschließende Rolle zukommt, indem er die Befreiung der Typhusbacillen aus fettreichen Faecesteilchen befördert. In einer weiteren Arbeit (13) hat er endlich die Petroläther-Methode mit dem von Wiesner angegebenen Anreicherungsverfahren verglichen und dabei mit der ersteren durchweg schlechtere Resultate erhalten als mit dem letzteren Verfahren. Er führt auch hier wieder die schlechteren Ergebnisse auf die Qualität des benutzten Petroläthers zurück und empfiehlt vorläufig, solange nicht einwandfreier Petroläther zu beschaffen ist, um die Bierastsche Methode unter optimalen Bedingungen mit der von Wiesnerschen vergleichen zu können, das Galleanreicherungsverfahren anzuwenden.

Gegenüber diesen Angaben und Befunden Müllers wurde von Bierast (14) geltend gemacht, daß Müller als Aufschwemmungsflüssigkeit statt Bouillon Na-Cl-Lösung verwendet habe, während das Zustandekommen einer genügenden Emulgierung der Stuhlproben nur durch Bouillon gewährleistet sei. Dabei empfiehlt Bierast den von Kahlbaum erhältlichen Äther petrol. pur. bis 40° siedend als einwandfreien und den am besten geeigneten Petroläther.

Heyn (15) hat das Petrolätherverfahren auch in theoretischen Versuchen mit Reinkulturen geprüft mit dem Ergebnis, daß Typhus-, Paratyphus-, Fleischvergifter- und Gärtnerbacillen von Petroläther nicht beinflußt, Koli, Cholera- und Ruhrerreger dagegen abgetötet werden. Bei seinen

praktischen Stuhluntersuchungen gibt er der Zeitersparnis halber der Hallschen Modifikation den Vorzug. Bei diesen Untersuchungen hat er mit dem Petrolätherverfahren 25 % mehr positive Resultate als bei der gewöhnlichen Plattenmethode erzielt und dabei gleichzeitig auch jeweils eine ausgesprochen reichlichere Entwicklung der Typhuskolonien erhalten. Er ist ebenfalls der Ansicht, daß schon die Verreibung und Verdünnung der festen Stuhlmengen und ihre intensive Schüttelung, wodurch die Typhuskeime mechanisch aus dem Kot aufgeschüttelt werden, einen Vorteil des Verfahrens darstellt. Andrerseits glaubt er, daß die dadurch bedingte Umständlichkeit der Methode sowie der weitere Übelstand, daß nach der Petrolätherbehandlung auf den Platten nicht selten ein besonders reichliches Kokkenwachstum auftritt, einer allgemeinen Einbürgerung des Verfahrens für Massenuntersuchungen wahrscheinlich doch stets im Wege stehen und deshalb seine Anwendung nur auf solche Fälle beschränken werden, wo man, wie häufig bei der Bacillenträger- oder Dauerausscheideruntersuchung, mit der einfachen Plattenaussaat nicht auskommt. Für die bakteriologische Ruhrdiagnose ist das Bierastsche Verfahren nach seinen Beobachtungen nicht zu verwerten, da selbst die toxischen Kruse-Ruhrbacillen dadurch so geschädigt werden können, daß sie aus den mit Petroläther behandelten Stühlen nicht mehr zur Entwicklung kommen.

Nach Ickert (16), welcher ebenfalls theoretische Untersuchungen mit dem Petrolätherverfahren angestellt hat, sind für solche Versuche Laboratoriumsstämme nicht geeignet, sondern dafür nur Reinkulturen zu verwenden, die frisch aus Stühlen gezüchtet sind.

Das Petrolätherverfahren versagte bei Untersuchungen mit Laboratoriumsstämmen gänzlich. Aber auch unter den frisch gezüchteten Stuhlkeimen verhielten sich die einzelnen Typhusstämme gegenüber dem Petroläther sehr verschieden resistent.

In bemerkenswertem Gegensatz zu den bei seinen theoretischen Untersuchungen erhaltenen Befunden kommt er bei praktischen Stuhluntersuchungen zu recht günstigen Ergebnissen, indem er bei 49 Typhusstühlen mit der einfachen Plattenmethode nur 7 positive, mit dem Bierastschen Verfahren dagegen 27 positive Befunde erheben konnte. Das Auftreten eines außerordentlich starken Kokkenwachstums machte sich auch bei seinen Untersuchungen störend bemerkbar. Er gibt ebenfalls eine neue Modifikation des Verfahrens an, die ihm gute Resultate geliefert haben soll. Als Aufschwemmungsflüssigkeit benutzte er nämlich nicht Bouillon, sondern 3—4 ccm Rindergalle. In der Galle wird ein bohnengroßes Stück der Stuhlmenge gut aufgeschwemmt, 1—1½ ccm Petroläther zugesetzt und dann 30 Minuten geschüttelt. Die Mischung bleibt hierauf 15—30 Minuten stehen und wird dann nochmals geschüttelt. Aus der Aufschwemmung werden 1—3 Tropfen oder 3—5 Ösen auf einer großen Endoplatte ausgestrichen, die man gut trocknen läßt und wie gewöhnlich weiter behandelt. Bei diesem Vorgehem will er das Auftreten eines stärkeren Kokkenwachstums beobachtet haben.

Die Methode ist seines Erachtens in jedem Laboratorium ohne besondere Maßnahmen ausführbar und hat ferner neben der Vermeidung des Kokkenschleiers den weiteren Vorzug, den Gang der Untersuchung um 24 Stunden zu verkürzen. Bei 26 vergleichenden Stuhluntersuchungen hat Ickert mit dem Originalverfahren 8, mit seinem abgeänderten Verfahren 15 positive Typhusbefunde erzielt.

Nachprüfungen, welche von Jennicke (17) mit verschiedenen Petrolätherproben sowohl mit Reinkulturen wie mit Stuhlproben vorgenommen wurden, haben zu wenig befriedigenden Ergebnissen geführt. Bei den angestellten Versuchen hat sich weder ein Zurückhalten des Bact. Coli noch eine Auslese von Typhusbacillen mit genügender Sicherheit erreichen lassen. Schließlich ist noch auf eine jüngst erschienene Arbeit von Wernicke (18) hinzuweisen, in welcher bei der übereinstimmenden Wirksamkeit des Pentans und des Petroläthers statt des flüssigen Pentans die Pentandämpfe zur Kolihemmung benutzt werden.

Der Gang der Stuhluntersuchung gestaltet sich dabei folgendermaßen:

> Etwa nußkerngroße Stuhlmengen werden in sterilem Wasser verrieben und von dem Brei jeweils 2—5 Ösen auf eine große Drigalskiplatte übertragen, in deren Deckelschale ein mit ca. 8 ccm Pentan getränkter Filterbogen eingelegt ist. Die Platten kommen dann in den 37° Brutschrank und werden in der üblichen Weise weiterbehandelt. Da Pentan bei 37° siedet, so entwickeln sich kurze Zeit nach Einstellen der Platten in den Brutschrank Pentandämpfe. Durch diese werden Typhus-, Paratyphus-, Ruhrbacillen- und Stuhldiplokokken wenig geschädigt, während Staphylokokken, Bac. vulg. und Streptokokken stärker gehemmt werden. Am wenigsten widerstandsfähig verhalten sich Flexner-, Y-, Cholera-, Fäkal.-, alkalig.-, pyocyaneus- und Kolibacillen.

Mit diesem Verfahren, welches der Bierast-Hallschen Methode gleichwertig, aber wesentlich einfacher sein soll, hat Wernicke 136 Stühle untersucht und 21 positive Resultate erzielt.

Bei der großen Bedeutung, welcher jeder Verbesserung der bakteriologischen Typhusdiagnose in praktischer Hinsicht zukommt, ist das Bierastsche Petrolätherverfahren auch in der bakteriologischen Abteilung des Kaiserlichen Gesundheitsamts einer Nachprüfung unterzogen worden. Die Versuche sind, da der von Bierast empfohlene Petroläther der Firma Kahlbaum nicht erhältlich war, mit einem von der Firma I. D. Riedel-Berlin bezogenen Petroläther angestellt worden, dessen Siedepunkt ebenfalls unter 40° lag. Auch wurde bei der experimentellen Nachprüfung die von Hall empfohlene Modifikation des Verfahrens zugrunde gelegt.

A. Versuche mit Reinkulturen.

Der Gang der Untersuchungen gestaltete sich dabei folgendermaßen:

10 ccm Bouillon wurden mit 1 Normalöse 24stündiger Schrägarkultur beschickt und gut umgeschüttelt. Von dieser Aufschwemmung wurden 5 ccm zusammen mit 5 ccm Petroläther in ein braunes steriles Fläschchen eingefüllt, das dann gut verschlossen 1/2 Stunde in einer Schüttelmaschine mit Wasserantrieb (150 Stöße in der Minute) geschüttelt wurde. Nachdem hierauf das Fläschchen 1 1/2 Stunde bis 2 Stunden gegen Licht geschützt gestanden hatte, wurden vermittels einer sterilen Capillarpipette 2—3 Tropfen von dem Boden des Gefäßes in der üblichen Weise auf eine Endo- oder Drigalskiplattenreihe ausgestrichen, die Platten 20 Stunden in den 37° Brutschrank gebracht und dann wie üblich weiter untersucht.

Vor Beginn des Versuches war zur Kontrolle gleichzeitig eine weitere Plattenreihe mit 2—3 Tropfen der Ausgangsflüssigkeit angelegt worden. Durch Auszählen der auf den beiden Plattenreihen gewachsenen Kolonien wurde das Bakterienwachstum bei beiden Reihen bestimmt und verglichen. Dabei wurden verschiedene Laboratoriums- und frisch gezüchtete Stuhlstämme benutzt. Die Versuche erstreckten sich auf Typhus-, Paratyphus A- und B-, Kruse-Shiga-, Flexner- und Y-Ruhrbacillen, sowie auf Gärtner-, Proteus- und Kolibacillen.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle I (S. 224) zusammengestellt.

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, konnte jeweils eine gleichmäßige Wirkung des Petroläthers auf die Kulturen der einzelnen Bakterienarten nicht festgestellt werden. Es zeigten z. B. unter den verschiedenen Kolikulturen sowohl die einzelnen Laboratoriums- wie die frisch gezüchteten Stuhlstämme ein wechselndes Verhalten. So wurde der frisch gezüchtete Stuhlstamm Brill durch Petroläther stark im Wachstum gehemmt, während die Kolikulturen 383 und 386, gleichfalls frische Stuhlstämme, fast ganz unbeeinflußt blieben. In gleicher Weise zeigten die einzelnen Kulturen auch bei den Typhusstämmen wie bei den anderen geprüften Bakterienarten ein verschiedenes Verhalten. Eine Gesetzmäßigkeit hinsichtlich einer gleichmäßigen Einwirkung des Petroläthers auf die einzelnen Bakterienarten machte sich nach den Ergebnissen dieser Versuche nicht geltend, vielmehr haben sich bei allen untersuchten Bakterienarten die einzelnen Kulturen ein und derselben Art dem benutzten Aether petrol. gegenüber sehr verschieden resistent verhalten.

Tabelle I. Versuche mit dem Petrolätherverfahren nach Bierast-Hall an Reinkulturen.

Bakterien-art	Keimzahl in 2 Tropfen Ausgangs material	Keimzahl in 2 Tropfen nach der Behandlung	Hemmungs-ergebnis
Koli Dumet	cr. 3000 Keime	steril	totale Hemmung
Koli Dumet	cr. 1000	4 Keime	totale Hemmung
Koli Brill	cr. 4000	162 Keime	starke Hemmung
Koli W.	cr. 5000	75 Keime	starke Hemmung
Koli 383	cr. 5000	cr. 5000	unbeeinflußt
Koli 386	cr. 5000	cr. 5000	unbeeinflußt
Koli Brill II.	cr. 2500	41 Keime	starke Hemmung
Koli haem.	cr. 5000	193 Keime	starke Hemmung
Ty. Huber	cr. 6000	9 Keime	starke Hemmung
Ty. H.	cr. 4000	steril	totale Hemmung
Ty. Renk.	cr. 7000	189 Keime	starke Hemmung
Ty. Waldh.	cr. 8000	cr. 3000	unbeeinflußt
Ty. R. + Koli Brill	1. Platte cr. 4000 Keime	59 Koli	starke Koli-Hemmung
	wenig Typhus	3 Typhus	geringe Ty.-Hemmung
Ty. Renk + Koli Brill	cr. 7000 Keime	187 Koli	starke Koli-Hemmung
	wenig Typhus	3 Typhus	geringe Ty.-Hemmung
Ty. Huber + Koli W.	148 Koli	11 Koli	starke Koli-Hemmung
	300 Typhus	sehr viel Ty.	Ty. unbeeinflußt

Bakterien-art	Keimzahl in 2 Tropfen Ausgangs-material	Keimzahl in 2 Tropfen nach der Behandlung	Hemmungs-ergebnis
Paratyphus A, Sammlung	cr. 6000	13 Keime	starke Hemmung
Parat. François	cr. 6000	cr. 6000	unbeeinflußt
Para B Setottem.	cr. 5000	892 Keime	geringe Hemmung
Para B Nagel	cr. 10000	cr. 10000	unbeeinflußt
Kruse-Shiga-Ruhr-St. Kr.	cr. 3000	3 Keime	starke Hemmung
Kruse-Ruhr Förster	cr. 3000	59 Keime	starke Hemmung
Flexner-Ruhr	cr. 4000	36 Keime	starke Hemmung
Sammlung	cr. 1000	13 Keime	starke Hemmung
Flexner	cr. 2000	cr. 2000	unbeeinflußt
Flexner	cr. 1000	155	starke Hemmung
Y-Ruhr I.	cr. 7000	cr. 2000	geringe Hemmung
Y-Ruhr Krämer	cr. 10000	cr. 4000	geringe Hemmung
Y-Ruhr II.	cr. 7000	cr. 7000	unbeeinflußt
Y-Ruhr Grothef	cr. 10000	cr. 5000	geringe Hemmung
Gärtner ent. G.	cr. 5000	cr. 3000	geringe Hemmung
Gärtner Spandau	cr. 5000	cr. 5000	unbeeinflußt
Proteus 1.	∞	99	starke Hemmung
Proteus Breslau	cr. 5000	cr. 5000	unbeeinflußt

B. Versuche mit Stühlen.

Um zu sehen, ob und in welcher Weise etwa durch Stuhlbeimengung die Einwirkung des Petroläthers auf die einzelnen Stämme beeinflußt wird, wurden dieselben Typhusstämme zu Versuchsreihen mit künstlichen Typhusstühlen benutzt. Die künstlichen Typhusttühle wurden in der Weise bereitet, daß ein ziemlich großer Fäkalklumpen mit steriler Bouillon zu einem dünnflüssigem Brei verrieben und diesem eine Öse 24stündiger Schrägagarkultur zugesetzt wurde. Von solchen Fäkalaufschwemmungen wurden zunächst Kontrollplatten angelegt und dann 5—8 ccm in ein braunes Fläschchen

gefüllt, ebensoviel Petroläther zugesetzt und nach der Hallschen Methode weiter behandelt. Die nach der Petrolbehandlung gewonnenen Plattenreihen zeigten fast durchwegs ein auffallendes Zurückbleiben des Koliwachstums. Nicht selten waren schon auf der ersten Ausstrichplatte überhaupt keine oder nur sehr wenige Kolikolonien gewachsen. Aber auch die Typhuskeime ließen manchmal eine sehr intensive Beeinflussung erkennen. So waren z. B. in einem Falle, bei welchem sich auf der Kontrollplatte 150 Typhuskeime entwickelt hatten, nach der Petrolätherbehandlung auf der ersten Endoausstrichplatte nur noch drei Kolonien ausgewachsen. In einem zweiten Falle waren die Typhuskolonien von 181 auf 8 Keime zurückgegangen. Dagegen war in einigen anderen Fällen überhaupt keine Wachstumshemmung infolge der Petrolätherbehandlung eingetreten. Die Versuche führten somit zu einer Bestätigung der Ergebnisse der ersten Versuchsreihe. Auch bei der Verwendung künstlicher Stühle war ein verschiedenes Verhalten der einzelnen Typhusstämme dem Petroläther gegenüber festzustellen.

Besonders störend machte sich bei unseren Versuchen in einzelnen Fällen ebenfalls ein überaus starkes Kokkenwachstum bemerkbar, das in manchen Fällen beim Aufsuchen der Typhuskolonien so störend wirkte wie früher der Kolischleier. Allerdings hat sich ein solch stärkeres Kokkenwachstum hauptsächlich auf den Endoagarplatten bemerkbar gemacht, weshalb es sich vielleicht empfehlen dürfte, bei dem Petrolätherverfahren Drigalskinährböden zu bevorzugen.

Neben den Versuchen mit künstlichen Typhusstühlen wurde in weiteren Versuchsreihen auch eine Anzahl natürlicher tierischer Typhusstühle untersucht. Es handelte sich dabei um Stühle von Typusbacillenträgerkaninchen, welche bereits vor Jahresfrist durch operative Bacilleninjektion in die Gallenblase zu Bacillenträgern gemacht worden waren und seitdem Typhusbacillen mit den Faeces ausschieden. Neun derartige Kaninchenstühle wurden nun gleichzeitig nach drei Methoden untersucht und zwar 1. nach dem Bierast-Hallschen Petrolätherverfahren, 2. nach dem gewöhnlichen Bouillonaufschwemmungsverfahren, wobei eine ziemliche Stuhlmenge in steriler Bouillon sorgfältig verieben, zunächst $^1/_2$—1 Stunde in den 37°-Brutschrank gebracht und hierauf 2 bis 3 Tropfen der Aufschwemmung auf eine Elektivagarplattenreihe ausgestrichen wurden; 3. nach 24 stündiger bis mehrtätiger Anreicherung des Stuhles in steriler Rindergalle bei 37°.

Die Ergebnisse der vergleichenden Stuhluntersuchungen sind in Tabelle II (S. 226) zusammengestellt.

Das Bierastsche Petrolätherverfahren hat danach in diesen Versuchen in keinem Falle ein positives Ergebnis gebracht, während mit dem Bouillonverfahren zwei positive und mit dem Gallenanreicherungsverfahren drei positive Typhusbacillenbefunde erzielt wurden. Bei der Bierastschen Methode war allerdings das Koliwachstum stark unterdrückt, fast in allen Fällen (ausgen. Fall 387) war eine starke bis fast vollständige Kolihemmung eingetreten. Dagegen machte sich bei diesem Verfahren wieder vor allem auf den ersten Ausstrichplatten ein dichter Kokkenschleier unangenehm störend geltend.

Daß es sich bei den negativen Ergebnissen nicht um ein Fehlen der Typhusbacillen, sondern um eine hemmende Wirkung des Petroläthers auf die Typhuskeime

Tabelle II. Vergleichende Stuhluntersuchungen,

1. mit der gewöhnlichen Aufschwemmung in Bouillon,
2. mit Bierast-Hallschem Petrolätherverfahren,
3. mit Galleanreicherungsverfahren.

Stuhl Nr.	Gewöhnliche Aufschwemmungsmethode in Bouillon	Resultat der Untersuchung	Bierast-Hallsche Methode	Resultat der Untersuchung	Galleanreicherung	Resultat der Untersuchung
15	Auf 1. Platte 44 Koli, Typhus —	—	Kein Koli, starke Hemmung, mäßiger Kokkenschleier, Typhus —	—	Viel Koli, wenig Kokken, Typhusbacillen +	+
380	Auf 1. Platte cr. 500 Koli, Typhus +	+	Auf 1. Platte 10 Koli, starke Koli-Hemmung	—	Viel Koli, wenig Kokken, vereinzelte Typhusbacillen	+
381	Auf der 1. Platte nur wenig Koli	—	Viel Koli, Typhus —	—	Keine Typhusbacillen	—
383	cr. 500 Koli Typhus —	—	Kein Koli, starke Hemmung, sehr viel Kokken, Typhus —	—	Sehr viel Koli, Typhus —	—
384	Viel Koli, Typhus —	—	Kein Koli, starke Hemmung, sehr viel Kokken, Typhus —	—	Keine Typhusbacillen	—
386	Wenig Koli, Typhus —	—	Kein Koli, starke Hemmung, Typhus —	—	Keine Typhusbacillen	—
387	Sehr viel Koli, Typhus —	—	cr. 100 Koli, schwache Koli-Hemmung, Typhus —	—	Keine Typhusbacillen	—
388	cr. 1000 Koli, Typhus —	—	Noch 48 Koli, starke Koli-Hemmung, Typhus —	—	Kein Typhus	—
389	Auf 1. Platte viel Koli, Typhusbacillen +	+	Kein Koli, starke Hemmung, Typhus —	—	Reichlich Koli, Typhusbacillen +	+
Untersuchungsresultate:		2 +		0 +		3 +

gehandelt hat, geht daraus hervor, daß nach den beiden anderen Methoden in derselben Versuchsreihe positive Typhusbefunde erhoben werden konnten. Das Petrolätherverfahren hat sonach mit dem von mir benutzten bei 40° siedenden Petroläther keine befriedigenden Ergebnisse geliefert. Da aber zu den Versuchen der von Bierast besonders empfohlene Petroläther von Kahlbaum nicht zur Verfügung stand, kann eine endgültig abschließendes Urteil über die Leistungsfähigkeit des Verfahrens noch nicht abgegeben werden.

Die Versuche sprechen aber nach allen Ergebnissen doch dafür, daß im allgemeinen der Proteläther eine gleichmäßige Wirkung auf alle Kulturen einer Bakterienart nicht ausübt. Es wird deshalb auch bei Verwendung des Petroläthers von Kahlbaum mit Schwankungen in dem Verhalten verschiedener Stämme bei den einzelnen Bakterienarten wahrscheinlich zu rechnen sein.

III.

Neben der Nachprüfung der Bierastschen Petroläthermethode sind die Versuche auch noch auf das von Kuhn (20) angegebene Bolus-Verfahren ausgedehnt worden.

Anläßlich der Verwendung von Tierkohle zur Behandlung von Typhusbacillenträgern hatte Kuhn (19) den Einfluß der Tierkohle auf Bacillen in vitro geprüft. Er stellte dabei fest, daß der Kohle eine besondere Anziehungskraft auf Bakterien zukam und daß diese Wirkung auf Typhus- und Paratyphusbacillen stärker sei als auf Kolikeime. Diese Beobachtungen legten ihm den Gedanken nahe, daß es gelingen könnte, aus Stuhl und Urin durch Kohlefällung den Nachweis der Typhusbacillen zu erleichtern.

Bei daraufhin angestellten Versuchen mit sicheren Typhusstühlen wurden dünne Stuhlaufschwemmungen in Kochsalzlösung durch watteverstopfte Trichter von den groben Bestandteilen befreit und je 0,04—0,08 g Tierkohle zugesetzt und umgeschüttelt. Nach dem Absetzen des Bodensatzes wurde dieser nach Abpipettieren der überstehenden Flüssigkeit auf Endoplatten ausgestrichen.

Bei weiteren Untersuchungen, die Kuhn zusammen mit Heck (21) ausführte, und auch auf Bolus alba an Stelle von Kohle ausdehnte, wurde zwar die Anziehungskraft der Kohle auf Bakterien bestätigt, außerdem fanden aber die Autoren, daß der Unterschied in der Wirkung auf Typhus- und der auf Kolibacillen beim Bolus viel deutlicher und intensiver ausgesprochen sei als bei der Kohle, eine Beobachtung, die auch von Salus (23) bestätigt wurde.

Kuhn hat infolgedessen die Verwendung des Bolus zum Nachweis von Typhus- und Paratyphusbacillen bei Stuhl- und Urinuntersuchungen empfohlen. Es handelt sich dabei um ein mechanisch-chemisches Fällungsverfahren, das auf dem Bestreben aufgebaut ist, eine möglichst große Stuhlmenge zu verarbeiten, das störende Auftreten der anderen Darmkeime zu beseitigen, und so eine möglichst intensive Anreicherung der krankmachenden Keime herbeizuführen. Durch Boluseinwirkung sollen die Typhus- und Paratyphuskeime mit in den Bodensatz gerissen werden, während die anderen störenden Darmkeime, vor allem die Kolibacillen zum größten Teil in der überstehenden Flüssigkeit zurückbleiben. Außerdem soll durch den weißen Ton keine Schädigung der Darmkeime hervorgerufen werden.

Der Gang der Stuhluntersuchung ist nach der Vorschrift des Autors folgender:

„Die gesamte eingesandte Stuhlmenge wird noch im Versandgefäß mit steriler physiologischer Kochsalzlösung zu einer dünnflüssigen Aufschwemmung verrührt und auf ein Glastrichterchen mit oberem Durchmesser von 5,5 cm gebracht, in das ein Porzellanfilterplättchen von 3,5 cm Durchmesser eingelegt ist. Auf dem Filterplättchen ist eine angefeuchtete Wattelage ausgebreitet. Auf diese Weise filtriert man 4—5 ccm der Stuhlaufschwemmung in ein Reagensgläschen, dem Bolus, am besten Argilla alba subtilis, in einer Menge von 0,02 g zugesetzt wird. Hierauf wird das Gläschen tüchtig geschüttelt und dann zum Absetzen beiseite gestellt. Es bildet sich rasch in etwa 2 Minuten, viel früher als bei Verwendung von Kohle, ein zumeist fester Bodensatz. Alsdann wird mittels Gummiballs und lang ausgezogener Pipette von 3—4 mm Weite der Inhalt des Gläschens soweit abgesaugt, bis auch die kleinste Flüssigkeitsschicht über dem Bodensatz verschwunden ist. Der letztere wird dann mit derselben Pipette aufgenommen, nachdem er mit 0,1 bis 0,2 Kochsalzlösung aufgeschwemmt ist, und mit einem Spatel auf einer Malachitgrünargarplatte verstrichen, mit demselben Spatel wird als zweite eine Endoplatte angelegt. Die Weiterbehandlung und Untersuchung der Platten geschieht nach den üblichen Methoden.

Wie Kuhn (22) angibt, hat sich bei seinem umfangreichen Untersuchungsmaterial durch Anwendung des Bolusverfahrens die Zahl der erfolgreichen Untersuchungen um 17 % gesteigert. Von besonderer Bedeutung ist außerdem, daß das Bolusverfahren gleichzeitig auch auf die Ruhruntersuchungen ausgedehnt werden kann. Hierbei hat Kuhn nach seinen Mitteilungen noch bessere Ergebnisse gehabt, indem nämlich mit Hilfe seiner neuen Untersuchungsmethode 100 % mehr positive Ruhrfälle festgestellt werden konnten. Als weiteren Vorteil empfiehlt er, daß sich bei Anwendung des Bolusverfahrens

bei Typhus- und Ruhrverdacht eine doppelte Bearbeitung der Stühle erübrigt, ferner ein Zeitverlust wie bei anderen Anreicherungsverfahren durch Verwendung des Bolus nicht entsteht und der Niederschlag sofort ausgestrichen werden kann. In vielen Fällen will Kuhn eine so starke Typhusanreicherung auf den Endoplatten bemerkt haben, „daß sofort von der Platte aus die entscheidenden Kulturen angelegt, und die Agglutination bis zur Titergrenze des Immunserums vorgenommen werden konnte“.

Bei der Nachprüfung des Bolusverfahrens wurde zunächst mit Stuhluntersuchungen begonnen und dabei genau die Vorschriften Kuhns beobachtet. Es handelte sich bei diesen Stühlen nicht allein um Faeces von Typhuskranken, sondern auch um solche von Tieren, von Hunden, Kaninchen, Ratten, Meerschweinchen und Hühnern, die mit Typusbacillen gefüttert worden waren, und Typhusbacillen auschieden. Neben der Bolusmethode wurden die Stuhlproben gleichzeitig mit dem Bouillon-Aufschwemmungs- und Gallenanreicherungsverfahren untersucht.

Da nach Angabe des Autors das Verfahren auch für den Ruhrbacillennachweis geeignet war, und mir Tiere zur Verfügung standen, die nach Fütterung mit Kruse-Shiga-Ruhrbacillen solche Keime ausschieden, wurden die Beobachtungen auch auf Ruhrkeime ausgedehnt. Die Ruhrstühle wurden gleichzeitig nach der Bolus- und der Bouillonaufschwemmungsmethode verarbeitet; von dem Galleanreicherungsverfahren wurde bei den Ruhrstühlen Abstand genommen.

Die Ergebnisse der vergleichenden Stuhluntersuchungen auf Typhus- wie auf Ruhrbacillen sind in Tabelle III (S. 229) zusammengestellt.

Wie aus der Tabelle ersichtlich, haben die Versuche bei beiden Keimarten mit der Bolusmethode zu besseren Ergebnissen geführt wie das gewöhnliche Aufschwemmungsverfahren. Während dieses bei den Typhusstühlen nur 6 Mal ein positives Resultat lieferte, konnten mit der Kuhnschen Methode acht positive Typhusbacillenbefunde erhoben werden. Bei den Ruhrstühlen war das Übergewicht der mit dem Bolus erzielten positiven Fälle noch deutlicher ausgesprochen. Bei 36 Stuhluntersuchungen konnten mit diesem Verfahren 15 Mal Ruhrbacillen nachgewiesen werden, während nach dem gewöhnlichen Verfahren nur 9 Mal ein positives Ergebnis notiert werden konnte.

Bei den Ruhruntersuchungen konnte auch ein ziemlich großer Unterschied in der Zahl der auf den nach beiden Verfahren behandelten Platten aufgegangenen pathogenen Keimen beobachtet werden. Auf den gewöhnlichen Endoplattenreihen war die Zahl der Ruhrkolonien verschwindend gering, so daß sie nur mit großer Mühe festgestellt werden konnten, während die Anzahl der Ruhrkolonien auf den Bolusendoplatten so beträchtlich war, daß man bei der Plattendurchsicht keine besondere Mühe beim Aufsuchen hatte.

Das Bolusverfahren nach Kuhn stellt sonach nach dem günstigen Ausfall der Versuche mit Ruhrkeimen für die Ruhruntersuchung gegenüber dem gewöhnlichen Plattenausstrichverfahren eine wesentliche Verbesserung dar. Nicht so günstig waren dagegen die Ergebnisse bei den Versuchen mit Typhusstühlen. Von 38 vergleichenden Untersuchungen ergab die gewöhnliche Bouillonmethode 6 positive Fälle, die Bolusmethode dagegen 8 und endlich das Galleanreicherungsverfahren 16 positive Bacillenbefunde.

Tabelle III. Vergleichende Untersuchungen mit der Kuhnschen Bolusmethode, Galleröhrchenverfahren und der gewöhnlichen Bouillonaufschwemmung.

A. Typhus								B. Ruhr					
Stuhl Nr.	Bouillon-aufschwemmungs-verfahren	Galleröhrchen-verfahren	Bolusmethode	Stuhl Nr.	Bouillon-aufschwemmungs-verfahren	Galleröhrchen-verfahren	Bolusmethode	Stuhl Nr.	Gewöhnliche Bouillon-aufschwemmung	Bolusmethode	Stuhl Nr.	Gewöhnliche Bouillon-aufschwemmung	Bolusmethode
1	—	+	—	20	—	—	—	1	+	+	19	—	—
2	+	+	+	21	—	+	—	2	—	+	20	—	—
3	—	+	+	22	—	—	—	3	—	+	21	—	+
4	—	—	—	23	—	—	—	4	+	+	22	—	—
5	—	—	—	24	—	—	—	5	—	—	23	+	+
6	+	+	+	25	—	—	—	6	—	—	24	—	+
7	—	—	—	26	—	—	—	7	+	+	25	—	—
8	—	—	—	27	—	+	—	8	—	—	26	—	—
9	—	+	—	28	—	—	—	9	—	+	27	+	+
10	—	—	—	29	—	—	—	10	—	—	28	+	+
11	—	—	—	30	—	—	—	11	—	—	29	+	+
12	—	+	—	31	—	—	—	12	—	—	30	+	+
13	—	—	—	32	—	+	—	13	—	—	31	—	—
14	+	+	+	33	—	+	—	14	—	—	32	—	—
15	+	+	+	34	+	+	+	15	—	—	33	—	—
16	—	—	—	35	—	+	—	16	+	+	34	—	—
17	—	—	—	36	—	+	+	17	—	+	35	—	—
18	—	—	—	37	+	+	+	18	—	—	36	—	—
19	—	—	—	38	—	—	—	Resultat:	4 +	8 +	Resultat:	5 +	7 +
Resultat:	4 +	8 +	5 +	Resultat:	2 +	8 +	3 +						

Die Zahl der Stuhluntersuchungen war zwar gering, der Unterschied bei den einzelnen Verfahren ist aber so doch deutlich ausgesprochen, daß an der besseren Leistungsfähigkeit des Galleanreicherungsverfahren in diesem Falle nicht zu zweifeln sein dürfte. Das Kuhnsche Verfahren ließ allerdings gegenüber der Bouillon ebenfalls 2 positive Ergebnisse mehr erkennen, gegenüber der Galleanreicherung blieb es aber doch weit zurück, da diese die doppelte Zahl positiver Befunde lieferte wie die Bolusmethode.

Um Aufschluß darüber zu erhalten, ob die gegenüber der Bouillonaufschwemmung erzielten besseren Ergebnisse wirklich auf einer elektiven Ausfällung der Typhus- und Ruhrbacillen beruhte, wie von Kuhn auf Grund seiner mikroskopischen und praktischen Untersuchungen angenommen wird, wurde in weiteren Versuchen die Boluswirkung auf die einzelnen in Frage kommenden Darmbakterien beobachtet.

Es wurde durch Wachstumsversuche mit Reinkulturen festgestellt, welche Bakterien bei dem Verfahren mit in den Bodensatz übergehen und welche in der überstehenden Flüssigkeit zurückbleiben und sich der bakteriologischen Kontrolle entziehen. Die Versuchsanordnung war folgendermaßen:

In 10 ccm physiologischer Kochsalzlösung, deren Benutzung für Bolusverfahren vorgeschrieben ist, wurde eine bestimmte Menge 24stündiger Bakterienkultur aufgeschwemmt, hiervon eine Öse auf einer Agarplatte ausgestrichen und dann 0,4 g Bolus alba zugesetzt. Nachdem ca. zwei Minuten später eine kräftige Niederschlagsbildung eingetreten war, wurden eine Öse der überstehenden Flüssigkeit und eine Öse Bodensatz auf je einer Agarplatte verrieben. Die Platten kamen in den 37° Brutschrank und am anderen Tage wurden die darauf gewachsenen Kolonien ausgezählt.

Die Untersuchungsresultate der Reinkulturversuche sind in Tabelle IV zusammengestellt.

Tabelle IV. Vergleichende Versuche mit der Kuhnschen Bolusmethode mit Reinkulturen in verschiedenen Aufschwemmungsflüssigkeiten.

Bolusmethode in:	physiologischer Kochsalzlösung			alkalischer Bouillon			steriler Rindergalle		
	Keimzahl in			Keimzahl in			Keimzahl in		
Bakterienart	1 Öse Ausgangsflüssigkeit	1 Öse überstehender Flüssigkeit	1 Öse Bodensatz	1 Öse Ausgangsflüssigkeit	1 Öse überstehender Flüssigkeit	1 Öse Bodensatz	1 Öse Ausgangsflüssigkeit	1 Öse überstehender Flüssigkeit	1 Öse Bodensatz
Koli W.	10 113	6 643	11 074	a) 345	90	1 102	—	—	—
				b) 4 993	987	9 666			
Koli haem. . . .	299	287	293	a) 2 984	1 702	∞	—	—	—
				b) 249	118	376			
Koli 88	120	87	167	235	169	117	29	46	13
Koli 21	32	34	5	129	99	16	59	43	52
Koli W. $^1/_{10}$ Öse	2 132	1 067	2 438	2 222	750	1 867	—	—	—
" " $^1/_{100}$ "	937	652	1 106	1 044	216	1 233	—	—	—
" " $^1/_{1000}$ "	560	411	602	620	41	703	—	—	—
" " $^1/_{10\,000}$ "	300	256	522	501	10	530	—	—	—
" " $^1/_{100\,000}$ "	123	81	110	106	1	41	—	—	—
" " $^1/_{1\,000\,000}$ "	26	50	45	12	18	100	—	—	—
Typhus R. . . .	1 211	1 263	1 127	a) 893	1 172	449	—	—	—
				b) 39	23	0			
Ty. R. 2	—	—	—	1 796	1 993	629	—	—	—
Ty. 682	1 466	1 137	1 532	a) 483	586	377	—	—	—
				b) 1 884	1 376	314	—		
Ty. W.	1 163	1 231	999	a) 2 789	3 503	793	—	—	—
				b) 625	891	313			
Ty. Huber . . .	11	7	4	13	10	2	8	6	4
Ty. Renken . .	49	38	4	30	18	12	29	22	8
Typhus R. $^1/_{10}$ Öse	2 006	1 876	1 432	1 888	2 874	2 209	—	—	—
" " $^1/_{100}$ "	777	913	472	1 511	2 111	232	—	—	—
" " $^1/_{1000}$ "	509	314	356	493	337	321	—	—	—
" " $^1/_{10\,000}$ "	224	146	53	499	811	18	—	—	—
" " $^1/_{100\,000}$ "	107	49	29	42	48	2	—	—	—
" " $^1/_{1\,000\,000}$ "	24	13	0	17	18	3	—	—	—
Shiga I	487	473	503	a) 602	497	898	a) 566	537	3
				b) 813	252	2 963	b) 269	199	328
Shiga II	86	21	275	a) 120	121	342	334	180	451
				b) 2 014	1 473	3 102			
Flexner-Ruhr . .	233	146	537	4 938	4 812	5 504	345	177	641
Y-Ruhr	244	249	360	5 637	1 234	4 556	1 236	888	947

Es hat sich danach folgendes Verhalten der einzelnen Keimarten dem weißen Ton gegenüber feststellen lassen: Von den Ruhrkeimen sowohl von den toxischen wie den atoxischen ging der größere Teil in den Bodensatz, während die überstehende Flüssigkeit fast durchwegs geringere Keimzahlen aufzuweisen hatte. Aus den mit Bolus behandelten Koliaufschwemmungen blieb ein Teil in der überstehenden Flüssigkeit, der größere Teil dagegen ging vorwiegend herunter in den Bodensatz. Der größere Teil der Typhusbacillen blieb in den meisten Fällen in der überstehenden Flüssigkeit, während in einer Öse des Bodensatzes die Keimzahl deutlich geringer war. Dieses verschiedene der Annahme von Kuhn entgegengesetzte Verhalten der Koli- und Typhusbacillen trat in besonders ausgesprochener Weise in die Erscheinung bei Versuchen mit Mischkulturen, deren Ergebnisse in Tabelle V aufgeführt sind. Einer stets gleichbleibenden Menge Kolibacillen wurden abgestufte Mengen Typhusbacillen in 10 ccm Aufschwemmungsflüssigkeit zugesetzt und dann wie in den vorigen Versuchen weiter behandelt.

Tabelle V. Vergleichende Untersuchungen von gemischten Reinkulturen mit der Bolusmethode nach Kuhn.

a) mit physiologischer Kochsalzlösung				b) mit Bouillonzusatz			
Kulturgemisch	1 Öse Ausgangsflüssigkeit	1 Öse überstehender Flüssigkeit	1 Öse Bodensatz	Kulturgemisch	1 Öse Ausgangsflüssigkeit	1 Öse überstehender Flüssigkeit	1 Öse Bodensatz
1/10 Öse Koli W. 1/10 Öse Ty. R.	500 : 500 Koli : Ty.	unverändert	unverändert	1/10 Öse Koli 1/10 Öse Typhus	500 : 500	198 Ty. sehr viel Koli	fas alles Koli, nur wenig Ty.
1/10 Öse Koli 1/100 Öse Ty.	322 Koli 211 Ty.	150 Ty. viel Koli	sehr viel Koli, Typhus vereinzelt	1/10 Öse Koli 1/100 Öse Ty.	251 Koli 236 Ty.	vorwiegend Ty. 150 Koli	sehr viel Koli, wenig Ty.
1/10 Öse Koli 1/1000 Öse Ty.	50 Ty. 398 Koli	25 Ty. cr. 200 Koli	viel Koli, Typhus vereinzelt	1/10 Öse Koli 1/1000 Öse Ty.	265 Koli 251 Ty.	208 Ty. 20 Koli	10 Ty. sehr viel Koli
1/10 Öse Koli 1/10000 Öse Ty.	26 Ty. 211 Koli	35 Ty. cr. 150 Koli	fast alles Koli, wenig Typhus	1/10 Öse Koli 1/10000 Öse Ty.	20 Ty. 112 Koli	51 Ty. 8 Koli	fast alles Koli, nur wenig Typhus
1/10 Öse Koli 1/100000 Öse Ty.	17 Ty. 503 Koli	13 Ty. 49 Koli	fast alles Koli, Typhus nur vereinzelt	1/10 Öse Koli 1/100000 Öse Ty.	10 Ty. 211 Koli	7 Ty. 3 Koli	fast alles Koli, Typhus nur vereinzelt
1/10 Öse Koli 1/1000000 Öse Ty.	16 Ty. 291 Koli	12 Ty. 1 Koli		1/10 Öse Koli 1/1000000 Öse Ty.	30 Ty. 161 Koli	10 Ty. 1 Koli	

c) mit 1 % Traubenzuckerlösung					d) mit steriler Rindergalle			
Kulturgemisch	1 Öse Ausgangsflüssigkeit	1 Öse überstehender Flüssigkeit	1 Öse Bodensatz a) 1. Platte	1 Öse Bodensatz b) 2. Platte	Kulturgemisch	1 Öse Ausgangsflüssigkeit	1 Öse überstehender Flüssigkeit	1 Öse Bodensatz
1/10 Öse Koli 1/10 Öse Ty.	cr. 10 000 Keime Gemisch	unverändert	cr. 20 000 Keime	cr. 2000 Keime nicht zu untersch.	1/10 Öse Koli 1/10 Öse Ty.	2. Platte 188 Koli 211 Ty.	2. Platte 86 Koli 134 Ty.	2. Platte 636 Koli 45 Ty.
1/10 Öse Koli 1/100 Öse Ty.	cr. 10 000 Keime aa	unverändert	stark besät	cr. 2000 Keime nicht zu untersch.	1/10 Öse Koli 1/100 Öse Ty.	2. Platte 163 Koli 54 Ty.	2. Platte 123 Koli 78 Ty.	2. Platte 271 Koli 36 Ty.
1/10 Öse Koli 1/1000 Öse Ty.	cr. 5000 Keime aa	cr. 2000 Keime Typhus deutlich hervortretend	cr. 5–6000 Keime Kein Untersch.	cr. 1000 Keime 102 Ty.	1/10 Öse Koli 1/1000 Öse Ty.	2. Platte 244 Koli 14 Ty.	2. Platte 129 Koli 36 Ty.	2. Platte 388 Koli 12 Ty.
1/10 Öse Koli 1/10 000 Öse Ty.	cr. 2000 Keime mehr Koli	cr. 100 Koli 121 Ty.	cr. 2–3000 Keime nicht zu untersch.	5 Ty. 153 Koli	1/10 Öse Koli 1/10 000 Öse Ty.	2. Platte 303 Koli 25 Ty.	2. Platte 66 Koli 31 Ty.	2. Platte 335 Koli 5 Ty.
1/10 Öse Koli 1/100 000 Öse Ty.	498 Keime, davon 121 Typhus	wenig Koli 75 Ty.	meist Koli wenig Ty.	8 Koli 2 Ty.	1/10 Öse Koli 1/100 000 Öse Ty.	2. Platte 352 Koli 14 Ty.	2. Platte 236 Koli 21 Ty.	2. Platte 414 Koli 2 Ty.
1/10 Öse Koli 1/1 000 000 Öse Ty.	viel Koli 83 Ty.	153 Ty. 126 Koli	fast alles Koli Ty. ganz vereinzelt	25 Koli 21 Ty.	1/10 Öse Koli 1/1 000 000 Öse Ty.	2. Platte 271 Koli 2 Ty.	2. Platte 232 Koli 13 Ty.	2. Platte 324 Koli 6 Ty.

Es zeigte sich hier gerade bei den geringeren Typhusbacillenzusätzen ein vorherrschendes Auftreten der nur in kleiner Zahl vorhandenen Typhuskeime in der überstehenden Flüssigkeit, während sich der bei weitem größte Teil der Kolikeime im Bodensatz befand.

Auf Grund dieser Untersuchungsresultate dürfte die Boluswirkung auf die Bakterien als ein rein mechanischer Fällungsvorgang anzusehen sein, der am besten auf die unbeweglichen Ruhrkeime einwirkt, während die stark beweglichen Typhuskeime sich leichter seiner fällenden und kolloidalen Wirkung entziehen können. Eine Mittelstellung nehmen die verschiedenen Kolibacillen ein. Sie bleiben zum kleinen Teil in der überstehenden Flüssigkeit, der größere Teil dagegen geht mit in den Bodensatz über.

Diese Verhältnisse, wie sie sich bei den Versuchen mit Reinkulturen ergeben haben, dürften eine ausreichende Erklärung für die günstigen Stuhluntersuchungsresultate bei den Ruhrstühlen und für die weniger günstigen Ergebnisse bei den Typhusstühlen liefern. Von den in den Ruhrstühlen vorhandenen Ruhrkeimen ging der weitaus größte Teil infolge der Bolusfällung in den Bodensatz und wurde infolgedessen auf den Ausstrichplatten wiedergefunden, während von den Typhuskeimen ein Teil in der nicht verarbeiteten überstehenden Flüssigkeit infolge ihrer Beweglichkeit zurückblieb und so der bakteriologischen Kontrolle entging. Besonders bei Stühlen mit ganz geringem Gehalt an Typhuskeimen können dadurch auch mit dem Bolusverfahren

Fehlresultate zustande kommen. Man sollte deshalb bei Typhusuntersuchungen auf die Untersuchung der überstehenden Flüssigkeit bei Anwendung des Bolusverfahrens nicht verzichten, sondern auch von ihr vor Verarbeitung des Bodensatzes 2—3 Ösen auf eine Endoplattenreihe ausstreichen. Ein solches Vorgehen hat die Resultate dann auch wesentlich verbessert.

Es war nun noch von Interesse festzustellen, ob Bolus alba nur in physiologischer Kochsalzlösung in der angegebenen Weise auf die Bakterien wirkt, oder ob in anderen Aufschwemmungsflüssigkeiten die Verhältnisse sich ändern. Mit Rücksicht auf die späteren praktischen Stuhluntersuchungen wurden zu diesen Versuchen sterile Bouillon, 1 % Traubenzuckerbouillon und endlich sterile Rindergalle angewandt.

Die Ergebnisse sind ebenfalls in den Tabellen IV und V mit aufgeführt und haben durchwegs zu denselben Resultaten geführt wie die oben beschriebenen mit physiologischer Kochsalzlösung. Es zeigte sich auch hier wieder, daß die überstehende Flüssigkeit den größeren Teil der Typhuskeime beherbergte, während im Bodensatz die Mehrzahl der Ruhr- und Kolibacillen wiederzufinden war.

Nun war weiterhin zu prüfen, ob die von Kuhn zur Aufschwemmung angegebene physiologische Kochsalzlösung die geeignetste Flüssigkeit zur Beförderung des Typhuswachstums ist, oder ob nicht durch Verwendung von steriler Bouillon oder Rindergalle die Zahl der erfolgreichen Stuhluntersuchungen heraufgesetzt werden kann, zumal bei Gebrauch dieser Medien eine mehrstündige vorherige Bebrütung der Stuhlaufschwemmung bei 37°, die zu einer direkten Anreicherung der Keime führt, der Bolusbehandlung vorhergehen könnte.

In dieser Hinsicht angestellte Versuche mit künstlichen Stühlen ließen in der Tat eine wesentliche Unterstützung des Typhuswachstums durch eine mehrstündige vorhergehende Bebrütung erkennen, die vor allem wieder recht deutlich in der überstehenden Flüssigkeit in die Erscheinung trat. Bei Bouillon und Rindergalle konnten nach ca. 5 stündiger Bebrütung bei den Versuchen dann in der überstehenden Flüssigkeit überwiegend Typhusbacillen zum Auskeimen gebracht werden.

Bei diesen theoretischen Versuchen mit Reinkulturen hat sich mithin ergeben, daß erstens die Verwendung von Bouillon oder Rindergalle als Aufschwemmungsflüssigkeit und zweitens die Verimpfung von 2—3 Ösen der überstehenden Flüssigkeit vor der Verarbeitung des Bodensatzes auf eine Endoplattenreihe die Erzielung positiver Typhusbefunde vermehrt.

Diese theoretischen Ergebnisse hätten aber nur bedingten Wert, wenn sie nicht bei praktischen Versuchen mit Typhusstühlen ebenfalls bestätigt würden. Zu Anstellung dieser Untersuchungen wurden wieder Stühle von Typhusbacillenträgerkaninchen benutzt. Die Stühle wurden nach dem alten Bouillonaufschwemmungsverfahren, nach dem Verfahren von Kuhn und nach der modifizierten Bouillon-Bolusmethode verarbeitet. Die Ergebnisse sind in Tabelle VI einander gegenübergestellt. Es wurde nur Bouillon verwandt mit Rücksicht auf die gleichtzeitige Verwendbarkeit bei Ruhrbacillen, da, wie schon oben erwähnt wurde, über das Verhalten von Rindergalle Ruhrbacillen gegenüber ein abschließendes Urteil noch nicht vorliegt.

Tabelle VI. Vergleichende Stuhluntersuchungen auf Typhuskeime bei Bacillenträgerkaninchen.

Versuchs-Nr.	Bouillonaufschwemmung allein	Bouillon-Kuhn-Methode		Kuhn-Original-Methode	
		Überstehende Flüssigkeit	Bodensatz	Überstehende Flüssigkeit	Bodensatz
1	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—
5	+	+	—	—	—
6	—	+	+	—	—
7	—	—	—	—	—
8	—	—	—	+	—
9	—	—	—	—	—
10	+	—	—	+	+
11	—	+	+	+	+
12	—	—	—	—	—
13	—	+	+	—	—
14	—	—	—	—	—
15	—	+	+	—	—
16	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—
18	+	—	+	—	—
19	—	+	—	+	+
20	+	—	+	+	+
21	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—
Resultat:	4 +	6 +	6 +	5 +	4 +
		8 + Fälle			

Wie aus der beigefügten Tabelle hervorgeht, sind die theoretischen Erwägungen durch die praktischen Untersuchungen bestätigt worden. Von 22 Stühlen enthielten nach der gewöhnlichen und der Kuhnschen Bolus-Kochsalzmethode nur je 4 Typhusbacillen, dagegen konnte schon durch die gleichzeitige Untersuchung der überstehenden Na Cl-Lösung noch ein fünftes positives Resultat erzielt werden. Bei Anwendung von Bouillon an Stelle von Kochsalzlösung konnten dagegen bei acht Tieren Typhusbacillen in den Faeces nachgewiesen werden. Im Bodensatz allein wurden sie in sechs, in der überstehenden Flüssigkeit in noch zwei weiteren Fällen gefunden, so daß auf diese Weise noch eine bedeutende Verbesserung in den Untersuchungsergebnissen erreicht werden konnte.

Schließlich wurde noch festzustellen versucht, ob neben Bolus alba vielleicht noch andere Fällungsmittel in Betracht kommen. Zur Klärung dieser Frage kamen neben Bolus noch Liq. ferri oxychlorati sowie das von mir bei der Trinkwassersterilisierung als Niederschlagsmittel empfohlene Osmosil + Alum. sulf. (24) zur Anwendung.

10 ccm Bakterien- oder Stuhlaufschwemmung wurden 0,5 ccm Liq. ferri oxychlorat. bezw. 0,04 ccm Osmosil + 0,02 ccm Alum sulf. zugesetzt. Als Aufschwemmungsflüssigkeit wurde dabei physiologische Kochsalzlösung, Bouillon und sterile Rindergalle benutzt.

Die Niederschlagsbildung ging nicht so schnell vor sich wie bei Boluszusatz, dafür war sie aber viel voluminöser und intensiver. Auch ließ sich das Absetzen durch 1 Minute langes Zentrifugieren wesentlich beschleunigen und führte zu einem festen Bodensatz mit darüber stehender fast klarer Flüssigkeit, die ohne Pipette leicht abzugießen war, wodurch wieder eine kleine Zeitersparnis erreicht wurde. Die Versuche wurden mit Reinkulturen, Reinkulturgemischen und künstlichen Stühlen angestellt. Die Ergebnisse sind aus den Tabellen VII und VIII (S. 236 und 237) ersichtlich.

In der Beeinflussung der Typhus- und Ruhrbacillen durch Eisenchlorid und Osmosil waren, ganz gleichgültig ob die Bakterien oder Stuhlaufschwemmung in Kochsalzlösung, Bouillon oder Rindergalle erfolgte, keine Unterschiede gegenüber der Boluswirkung festzustellen, dagegen war bei den Kolibacillen eine intensivere Ausfällung zu beobachten.

Bei Mischkulturversuchen ging der weitaus größte Teil der Kolikeime in den Bodensatz, während die überstehende Flüssigkeit fast nur Typhusbacillen enthielt und diese auf der zweiten und dritten Ausstrichplatte in manchen Fällen fast in Reinkultur vorhanden waren.

Infolge der Einwirkung dieser Fällungsmittel auf die Kolibacillen wurde bei den Stuhlversuchen somit die Beobachtung der aus der überstehenden Flüssigkeit gewachsenen Keime erleichtert, dagegen aber die Keimunterscheidung des Bodensatzausstriches durch Anhäufung der Kolikeime erschwert.

Bolus alba hatte sonach den beiden anderen Fällungsmitteln gegenüber den Vorteil der wenig intensiveren kolloiden Einwirkung auf die Kolibacillen, wodurch die Durchsicht der Bodensatzstuhlplatten erleichtert wurde.

Zusammenfassung.

Das Bolusverfahren hat in der von Kuhn angegebenen Form bei vergleichenden Versuchen mit Typhus- und Ruhrstühlen, bei der Untersuchung der Ruhrstühle zu einer wesentlichen Verbesserung der positiven Ruhrbacillenbefunde geführt, während bei der Untersuchung der Typhusstühle die Zahl der positiven Ergebnisse nicht erheblich höher war als sie auch mit den sonst gebräuchlichen Methoden erreicht wird. Gegenüber der Galleanreicherungsmethode war sogar ein deutliches Zurückbleiben festzustellen.

Die günstigen Befunde bei Ruhr- und die weniger befriedigenden bei Typhusstühlen lassen sich, wie theoretische Versuche ergeben haben, dadurch erklären, daß es sich bei der Bolusmethode nicht um ein elektives Ausfällungsverfahren handelt, sondern um einen einfachen mechanischen Fällungsvorgang, dem die Ruhrbacillen als unbewegliche Bakterien mehr unterliegen als die beweglichen und wohl auch etwas schlankeren Typhuskeime, die vermöge ihrer Beweglichkeit der kolloiden Wirkung des

Tabelle VII. Vergleichende Untersuchungen mit

Bakterienart oder Stuhlgemisch	Kuhn-Kochsalz-Methode			Kuhn-Bouillon-Methode		
	1 Öse Ausgangsflüssigkeit	1 Öse überstehender Flüssigkeit	1 Öse Bodensatz	1 Öse Ausgangsflüssigkeit	1 Öse überstehender Flüssigkeit	1 Öse Bodensatz
Koli W. . . .	1496	998	1443	1176	1034	1365
Koli 88 . . .	120	87	167	235	169	17
Ty. R. . . .	1862	1836	786	1141	1622	1486
Ty. Huber . .	11	7	4	13	10	2
Shiga I . . .	1367	1176	1236	887	402	931
Koli W. + Ty. R. je $^1/_{10000}$ Öse	cr. 300 Keime $\overline{aa}$	wenig Vermischung $^3/_5$ Ty. $^2/_5$ Koli	∞ nicht auszählbar	cr. 2000 Keime $\overline{aa}$	cr. 1500 Keime $^7/_8$ Ty.	∞ nicht auszählbar meist Koli
Koli haem. . . + Ty. W. . .	176 Koli 43 Ty.	106 Koli 56 Ty.	247 Koli 3 Ty.	270 Koli 49 Ty.	229 Koli 67 Ty.	738 Koli 45 Ty.
Koli W. . . . + Ty. R. . .	36 Ty. 122 Koli	49 Ty. 113 Koli	4 Ty. 116 Koli	52 Ty. 115 Koli	42 Ty. 48 Koli	7 Ty. 133 Koli
Stuhl + $^1/_{10}$ Öse Ty. R.	cr. 2000 Keime 382 Koli auszuzählen neben sehr viel Typhus	cr. 1500 Keime $^2/_5$ Koli $^3/_5$ Ty.	cr. 10000 Keime überwiegend Koli, neben gut zu unterscheidenden Typhus	cr. 2000 Keime Koli : Typhus = 2 : 3	cr. 1500 Keime $^2/_5$ Koli $^3/_5$ Ty.	cr. 3000 Keime vorherrschend Koli

Tabelle VIII. Vergleichende Untersuchungen mit verschiedenen Fällungsmitteln in steriler Rindergalle.

Bakterienart oder Stuhlgemisch	Bolusverfahren			Liq. ferri oxychlorati			Osmosil + Alum. sulf.		
	1 Öse Ausgangsflüssigkeit	1 Öse überstehender Flüssigkeit	1 Öse Bodensatz	1 Öse Ausgangsflüssigkeit	1 Öse überstehender Flüssigkeit	1 Öse Bodensatz	1 Öse Ausgangsflüssigkeit	1 Öse überstehender Flüssigkeit	1 Öse Bodensatz
Koli 88	29	46	13	29	15	27	29	14	24
Typhus Huber	8	6	4	8	6	3	8	5	4
Typhus R. + Koli W.	cr. 1000 Keime $\overline{aa}$	Platte II 289 Ty. 181 Koli Platte III 84 Ty. 41 Koli	Koli vorherrschend, neben gut kenntlichen Ty.	cr. 1000 Keime $\overline{aa}$	Platte I 249 Koli 643 Ty. Platte III 37 Ty. 17 Koli	∞ nicht auszählbar	cr. 1000 Keime $\overline{aa}$	II. Platte 234 Ty. 82 Koli III. Platte 39 Ty. 13 Koli	von Koli überwuchert
Stuhl mit 1 Öse Typhus Zusatz	Platte II 35 Koli 200 Ty.	Platte II 14 Koli 139 Ty.	viel Koli, daneben Typhus gut zu unterscheiden	Platte II 35 Koli 200 Ty.	Platte II 3 Koli 165 Ty.	Platte II cr. 800 Keime Ty. : Koli = 2 : 3	Platte II 35 Koli 200 Ty.	Platte II 7 Koli 198 Ty. neben vielen anderen Keimen	viele andere Keime neben sehr viel Koli
Stuhl mit $^1/_{10}$ Öse Ty. R.	cr. 3000 Keime Platte III 27 Koli 29 Ty.	cr. 1000 Keime Platte II 23 Koli 45 Ty.	cr. 4500 Keime Platte III 42 Koli 14 Ty.	cr. 3000 Keime Platte III 27 Koli 29 Ty.	cr. 1500 Keime Platte II 16 Koli 53 Ty.	cr. 10000 Keime Platte III 86 Koli 46 Ty.	cr. 3000 Keime Platte III 27 Koli 29 Ty.	cr. 1400 Keime Platte II 45 Koli 107 Ty.	cr. 4500 Keime Platte III 17 Koli 4 Ty.

verschiedenen Fällungsmethoden.

Liq. ferri oxychlorati			Osmosil-Alum. sulf.-Fällung nach Jötten		
1 Öse Ausgangs- flüssigkeit	1 Öse überstehender Flüssigkeit	1 Öse Bodensatz	1 Öse Ausgangs- flüssigkeit	1 Öse überstehender Flüssigkeit	1 Öse Bodensatz
2762 235	267 196	4021 347	cr. 6000 Keime 235	321 126	∞ 345
2931 13	1462 10	5121 27	cr. 6000 Keime 13	4307 15	7210 10
cr. 2000 Keime	1036	4056	cr. 2000 Keime	1203	5222
cr. 3000 Keime $\overline{aa}$	überwiegend Typhus 2. Platte 34 Koli, 140 Ty.	∞	cr. 2000 Keime $\overline{aa}$	cr. 1500 Keime 2. Platte 3 Koli, 90 Ty.	∞
254 Koli 79 Ty.	222 Koli 113 Ty.	1345 Koli 41 Ty.	336 Koli 88 Ty.	157 Koli 91 Ty.	549 Koli 45 Ty.
19 Ty. 20 Koli	49 Ty. 15 Koli	55 Ty. 107 Koli	126 Ty. 31 Koli	104 Ty. 7 Koli	112 Ty. 114 Koli
cr. 2500 Keime Koli : Typhus 1 : 4	cr. 2000 Keime $^1/_{10}$ Koli $^9/_{10}$ Ty.	cr. 5000 Keime alles von Koli über- wuchert	cr. 2000 Keime Koli : Typhus 1 : 9	cr. 300 Keime 19 Koli 263 Ty.	cr. 3000 Keime alles von Koli über- wuchert

Bolus eher entgehen und deshalb zum größeren Teil in der überstehenden Flüssigkeit zurückbleiben. Infolgedessen können bei geringem Typhuskeimgehalt der Stühle bei alleiniger Verarbeitung des Bodensatzes in der überstehenden Flüssigkeit etwa zurückbleibende Keime der Kontrolle entgehen.

An Stelle der physiologischen Kochsalzlösung empfiehlt sich für das Bolusverfahren sterile Bouillon oder Rindergalle als Aufschwemmungsflüssigkeit zu verwenden, da auf diese Weise eine vorhergehende Bebrütung des Stuhlgemisches vor der Bolusbehandlung möglich ist, die besonders bei Verwendung von Galle zur Anreicherung der Typhuskeime benutzt werden kann.

Bei diesem Vorgehen ist es bei dem Typhusnachweis gelungen, die Zahl der erfolgreichen Untersuchungen wesentlich zu erhöhen.

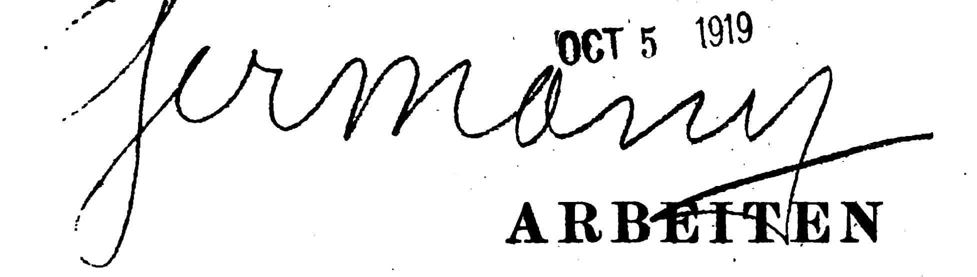
Literaturverzeichnis.

1. **Hoffmann und Ficker**, Hyg. Rundschau Bd. 14, 1904.
   Dieselben, Archiv f. Hyg. Bd. 49, 1904.
2. **Lentz und Tietz**, Münch. med. Wochenschr. Nr. 49, 1903.
   Dieselben, Klin. Jahrbuch Bd. 14, 1905.
3. **Bierast**, Zentralbl. f. Bakteriol. I. Abt. Orig. Bd. 74, 1914.
4. **Derselbe**, Sammelreferat. Berl. klin. Wochenschr. Nr. 20, 1916.
5. **Schmitz**, Münch. med. Wochenschr. 1914.

6. Jaffé, Wiener klin. Wochenschr. 1915.
7. Hall, Berl. klin. Wochenschr. 1915.
8. Schuscha, Zentralbl. f. Bakteriol. I. Abt. Orig. Bd. 78, 1916.
9. Derselbe, Zentralbl. f. Bakteriol. I. Abt. Orig. Bd. 79, 1917.
10. von Wiesner, Wiener klin. Wochenschr. Nr. 46, 1916.
11. P. Th. Müller, Münch. med. Wochenschr. Nr. 21, 1916.
12. Derselbe, Münch. med. Wochenschr. Nr. 1, 1917.
13. Derselbe, Münch. med. Wochenschr. Nr. 6, 1917.
14. Bierast, Münch. med. Wochenschr. Nr. 16, 1917.
15. Heyn, Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 79, 1917.
16. Ickert, Berl. klin. Wochenschr. Nr. 19, 1917.
17. Jennicke, Berl. klin. Wochenschr. Nr. 21, 1917.
18. Wernicke, Berl. klin. Wochenschr. Nr. 23, 1917.
19. Kuhn, Med. Klinik Nr. 48, 1915.
20. Derselbe, Med. Klinik Nr. 36, 1916.
21. Kuhn und Heck, Med. Klinik Nr. 6, 1916.
22. Kuhn, Med. Klinik Nr. 3, 1917.
23. Salus, Wiener klin. Wochenschr. Nr. 27, 1916.
24. Jötten, Zeitschr. f. Hyg. und Infektionskrankh. Bd. 81, 1916.

Ende des 1. Heftes.

Abgeschlossen am 4. September 1918.



ARBEITEN

AUS DEM

REICHSGESUNDHEITSAMTE

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Reichsgesundheitsamtes)

EINUNDFÜNFZIGSTER BAND

ZWEITES HEFT

BERLIN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER

1919

(Ausgegeben im Februar 1919)

Inhalts-Verzeichnis

Verlag von **Julius Springer** in **Berlin**.

Fortsetzung auf Seite 3.



Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats über das duldbare Maß der Verunreinigung des Weserwassers durch Kali-Abwässer.

(2. Teil).

Berichterstatter: Geheimer Regierungsrat **Dr. Kerp,**
Direktor im Reichsgesundheitsamte.

Der erste Teil zu dem vorliegenden Gutachten ist vom Reichs-Gesundheitsrat in seiner Sitzung vom 8. Juni 1914 beraten und in der vom Reichs-Gesundheitsrat damals gebilligten Fassung in den „Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte"[1]) veröffentlicht worden. In diesem ersten Teil ist von den beiden von dem Senat der Freien Hansestadt Bremen dem Reichs-Gesundheitsrat zur Begutachtung vorgelegten Fragen: „Inwieweit darf das Weserwasser mit Kali-Abwässern angereichert werden, ohne seine Verwendung zur Trinkwasserversorgung für ein großes Gemeinwesen unmöglich zu machen", und „ob und mit welchen Mitteln die Nachteile verhütet werden können, welche die Kaliindustrie den auf die Benutzung der Flußwässer angewiesenen Interessentenkreisen zufügt" nur die erste Frage vom rein hygienischen Standpunkt aus beantwortet worden. In dem nunmehr vorliegenden zweiten Teil wird das Gutachten zur zweiten Frage abgegeben. Dasselbe wurde vom Reichs-Gesundheitsrat in seiner Sitzung vom 9. und 10. Juli 1918 beraten. An dieser Sitzung haben teilgenommen von den Mitgliedern des Reichs-Gesundheitsrats die Herren Dr. Bumm, Präsident des Kaiserlichen Gesundheitsamts-Berlin, als Vorsitzender; Dr. Abel, Jena; Dr. Balser, Darmstadt; Dr. Beckurts, Braunschweig; Dr. Beninde, Berlin; Dr. Beyschlag, Berlin; Dr. Duisberg, Leverkusen; Dr. Ehrenberg, Göttingen; Dr. Gaertner, Jena; Dr. Gaffky, Hannover; Dr. Kerp, Berlin; Dr. von Meyeren, Berlin; Dr. Nocht, Hamburg; Dr. Paul, München; Dr. Rubner, Berlin; Dr. Schlegtendal, Berlin; Dr. Soldan, Berlin; Dr. Tjaden, Bremen; Dr. Weber, Berlin; ferner das Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamts Herr Dr. Spitta, Berlin.

Das Gutachten hat in der nachstehenden Fassung die Zustimmung des Reichs-Gesundheitsrats erhalten.

---

[1]) Band 50, 1916, S. 279—306.

I. Einleitung.

In dem Gutachten, das der Reichs-Gesundheitsrat unterm 8. Juni 1914 darüber erstattet hat, in welchem Maß eine Verunreinigung des Weserwassers durch Kaliabwässer duldbar erscheint, ohne daß seine Verwendung zur Trinkwasserversorgung von Bremen unmöglich wird, ist von den beiden vom Senat der Freien Hansestadt Bremen zur Prüfung gestellten Fragen:

„Inwieweit darf das Weserwasser mit Kaliabwässern angereichert werden, ohne seine Verwendung zur Trinkwasserversorgung für ein großes Gemeinwesen unmöglich zu machen“, und „ob und mit welchen Mitteln die Nachteile verhütet werden können, welche die Kaliindustrie den auf die Benutzung der Flußwässer angewiesenen Interessentenkreisen zufügt“, vorweg nur die erste Frage und zwar lediglich vom rein gesundheitlichen Standpunkt aus beantwortet worden. Der Reichs-Gesundheitsrat hat damals seine Ansicht in folgenden beiden Schlußsätzen niedergelegt:

„Im Interesse der Wasserversorgung Bremens muß der Gehalt des Weserwassers an Kaliabwässern an der Entnahmestelle für Bremen so niedrig gehalten werden, daß es selbst bei Niederwasser keinen aufdringlichen Geschmack oder Nachgeschmack nach Endlauge zeigt, und daß seine Härte nicht die Bereitung von Speisen, die Körperreinigung und das Waschen von Bekleidungsgegenständen in nennenswerter Weise beeinträchtigt. Bei Innehaltung dieser Grenzen sind gesundheitliche Schädigungen der Verbraucher durch das gut filtrierte Weserwasser infolge der darin enthaltenen Kalisalze nicht zu befürchten.

Als Höchstgrenze, über die hinaus das Weserwasser an der Entnahmestelle im Hinblick auf seine Verwendung als Trinkwasser nicht mit Kaliabwässern angereichert sein darf, ist eine Gesamthärte von 20 Härtegraden und ein Chlorgehalt von 250 mg im Liter anzusehen“.

In der hierzu gegebenen Begründung des Gutachtens ist ausgeführt, daß eine der wichtigsten Eigenschaften des Wassers sein erfrischender, angenehmer Geschmack sei, daß dieser durch Zumischung von Kaliabwässern ungünstig beeinflußt werde, daß von den Bestandteilen der Kaliabwässer das Chlormagnesium hauptsächlich den Geschmack störe und daß diesem Bestandteil gegenüber der Gehalt der Abwässer an Magnesiumsulfat und Chlornatrium weit zurücktrete (S. 288). Chlormagnesiumlösung

verursache, je nach ihrer Konzentration, einen mehr oder minder unangenehmen Geschmack oder Nachgeschmack; ein Wasser mit solchem Geschmack oder Nachgeschmack könne vom hygienischen Standpunkt aus nicht als gut betrachtet werden (S. 289). Die Grenze, bei der ein störender Geschmack oder Nachgeschmack noch empfunden wird, sei in der Literatur sehr verschieden angegeben.

Auf Grund der in der Literatur enthaltenen Mitteilungen und im Hinblick auf Schmeckversuche, die im Kaiserlichen Gesundheitsamt und in der Königlich Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene angestellt worden sind, hat schließlich der Reichs-Gesundheitsrat „eine Verunreinigung des Weserwassers durch Kaliabwässer bei Bremen bis zur Erhöhung der Gesamthärte auf 20 Deutsche Grade und des Chlorgehalts bis auf 250 mg im Liter“ als „das äußerste“ bezeichnet, „was in Rücksicht auf den Geschmack des Wassers geduldet werden kann“ (S. 295). Zur Erläuterung ist hierzu in dem Gutachten folgendes ausgeführt. „Da das Wasser der Weser ursprünglich, das heißt in den Zeiten vor Zuleitung aller und jeder Kaliabwässer, eine natürliche Härte von meist 8 bis 10, nur selten bis zu 12 Graden besessen hat, so bedeutet eine Zunahme der Härte auf 20° eine Härtevermehrung durch Kaliabwässer um rund 10°. Das entspricht einem mittleren Zusatz an Chlormagnesium von 170 mg auf 1 Liter Flußwasser, — im ungünstigen Falle, nämlich wenn ein Wasser von 8° natürlicher Härte auf 20° verhärtet wird, einem Zusatz von etwa 200 mg Chlormagnesium“ (S. 295). „Neben einer Grenzzahl für die Härte muß aber auch eine solche für den Gesamtchlorgehalt festgesetzt werden. Denn außer den chlormagnesiumhaltigen Endlaugen der Carnallitverarbeitung kommen in der Kaliindustrie auch kochsalzhaltige Abwässer in Form namentlich der Kieserit- und Schachtabwässer in Betracht, die, in die Vorfluter entlassen, zur Erhöhung des Kochsalz- und Chlorgehalts der Flüsse beitragen. Da aber auch Kochsalz im Wasser, wenn schon nicht so unerfreulich wie Chlormagnesium, geschmeckt wird, ist es nötig, der Einleitung solcher Abwässer ebenfalls bestimmte Grenzen zu stecken. Nun kann der natürliche Chlorgehalt des Weserwassers bei Bremen bis zu etwa 60 mg im Liter angenommen werden. Eine Verhärtung des Weserwassers durch kaliendlaugenhaltige Abwässer bis auf 20 Härtegrade bedeutet, wie oben dargelegt, im schlimmsten Falle eine Zuleitung von 200 mg Chlormagnesium auf 1 Liter, entsprechend rund 150 mg Chlor im Liter. Um die kochsalzhaltigen Kieseritwaschwässer, Schachtabwässer usw. ebenfalls der Vorflut noch zuleiten zu dürfen, muß der Kaliindustrie über die Summe des natürlichen Chlorgehalts und des Chlorzuwachses durch chlormagnesiumhaltige Endlaugen, d. h. also über die Zahl von $60 + 150 = 210$ mg Chlor im Liter, hinaus ein gewisser Spielraum gewährt werden, der mit der Zulassung eines Chlorgehaltes bis zu 250 mg Chlor im Liter sowohl den Interessen der Kaliindustrie genügen, wie auch hygienisch erträglich sein wird“ (S. 296).

Für die Bereitung von Speisen und Getränken sowie mit Rücksicht auf gute Ausnutzung der Nahrung wird eine Vermehrung der Gesamthärte im Wasser auf 20 Grade schon als ziemlich hoch, aber wohl noch als erträglich erachtet. Unmittelbare Gesundheitsschädigungen seien selbst von stark verhärtetem und versalzenem Wasser kaum zu befürchten, für sonstige ungünstige Wirkungen auf die Gesundheit

fehlten Anhaltspunkte (S. 299). Bezüglich der Verwendung des Wassers zur Körperreinigung und zum Wäschereinigen wird das Urteil dahin zusammengefaßt, daß der Salzgehalt zwar ziemlich gleichgültig, der Härtegrad aber wesentlich sei, weil hohe Härte einen stärkeren Seifenverbrauch erfordere und damit die Vornahme der Reinigung erschwere. Hauswirtschaftliche, zum Teil auf dem Gebiete der Gesundheitspflege liegende Interessen erforderten also eine tunlichste Niedrighaltung der Verhärtung von Leitungswasser durch Endlaugen. Bei einer gesamten Härte bis zu 20° dürften sich indessen erhebliche Nachteile nicht geltend machen (S. 300).

Die vorläufige gesonderte Begutachtung der vorliegenden Aufgabe vom rein hygienischen Standpunkt aus war geboten, weil dadurch über die wichtigste Seite des Gutachtens eine Entscheidung herbeigeführt und zugleich eine Grundlage für die Beurteilung der übrigen von Bremen gestellten Fragen geschaffen wurde. Auch wurde damit einem von beteiligter Seite geäußerten Wunsche entsprochen, nachdem sich ergeben hatte, daß für eine völlig abschließende Beantwortung aller vom Bremer Senate gestellten Anfragen noch umfangreiche Erhebungen und Sonderuntersuchungen erforderlich sein würden, die eine geraume Zeit beanspruchen.

Handelt es sich doch im vorliegenden Fall um ein Gutachten, bei dem ein großes weitverzweigtes Flußgebiet in Betracht kommt und bei dem die gestellte Aufgabe nicht damit erschöpfend gelöst ist, daß Grenzen für den Härtegrad und den Chlorgehalt des Weserwassers bei Bremen im Hinblick auf seine Verwendung als Trinkwasser für diese Stadt festgesetzt werden. Es sind vielmehr auch noch die entsprechenden Höchstmaße der Verunreinigung für alle wesentlichen Zubringerflüsse zu berechnen, deren Wasser sich im Weserwasser bei Bremen vereinigen; denn nur so kann die notwendige Sicherheit geschaffen werden, daß schließlich die in der Weser vereinigten Wassermassen das erträgliche Maß der Verunreinigung nicht überschreiten. Außerdem wünscht Bremen auch noch eine Begutachtung des Reichs-Gesundheitsrats darüber, „mit welchen Mitteln die Nachteile verhütet werden können, welche die Kaliindustrie den auf die Benutzung der Flußwässer angewiesenen Interessentenkreisen zufügt“. Es soll also vom Reichs-Gesundheitsrat eine Äußerung auch darüber abgegeben werden, welche Beschaffenheit einem Flußwasser gewahrt werden muß, damit es noch für die Zwecke der Fischerei, für die Berieselung von Wiesen und zu sonstiger landwirtschaftlicher Verwertung, ferner als Tränkwasser für landwirtschaftliches Nutzvieh, als Speisewasser für Dampfkessel und Brauchwasser für gewerbliche Betriebe, wie Brauereien, Wollwäschereien, Papierfabriken, geeignet ist.

In den bisherigen einschlägigen Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats ist die Schädlichkeit des durch Kaliendlaugen verunreinigten Wassers auch nach diesen verschiedenen Richtungen bereits erörtert worden; jedoch war eine erschöpfende Behandlung der einzelnen Punkte nicht möglich, da es an einer ausreichenden Klärung der mannigfachen hierbei in Betracht kommenden Gesichtspunkte bisher mangelte. Dem Arbeitsgebiet des Reichs-Gesundheitsrats und des Kaiserlichen Gesundheitsamts liegen die erwähnten Fragen, ausgenommen die Frage der Schädlickkeit des versalzenen Wassers für Tiere, an und für sich fern. Allein der Reichs-Gesundheitsrat hat sich schon wiederholt bei einschlägigen früheren Beratungen, insbesondere auf ausdrücklichen

Wunsch der Interessenten und im Einverständnis mit den beteiligten behördlichen Stellen dahin entschieden, seine gutachtliche Äußerung auch auf die Verwendbarkeit der durch Kaliendlaugen versalzenen Wässer nach den gedachten, das hygienische und veterinäre Gebiet nicht unmittelbar berührenden Richtungen zu erstrecken. Zu diesem Zwecke hat er zu seinen Beratungen stets besondere, auf den einzelnen Fachgebieten erfahrene Sachverständige herangezogen.

Vor einiger Zeit sind nun in den Reichshaushalt Geldmittel aus den dem Reiche auf Grund des Gesetzes über den Absatz von Kalisalzen vom 25. Mai 1910 (Reichs-Gesetzbl. S. 775) zufließenden Abgaben eingestellt worden, um mit ihrer Hilfe unter Leitung des Kaiserlichen Gesundheitsamts die bisher fehlenden systematischen Untersuchungen durchzuführen, durch die zuverlässig festgestellt werden soll, inwieweit die aus den Kalibetrieben in die Flußläufe gelangenden Abwässer für Fischerei, Landwirtschaft und Industrie schädlich sind. Diese Untersuchungen sollen sich nicht nur auf das Stromgebiet der Weser und die innerhalb dieses Gebietes in Betracht kommenden Verhältnisse erstrecken, sondern alle Gebiete und Betriebe umfassen, die durch die Ableitung der Kaliendlaugen berührt werden. Solche Unternehmungen sind inzwischen vom Kaiserlichen Gesundheitsamt in die Wege geleitet und nach Kräften zu fördern gesucht worden. Bedauerlicher Weise sind sie aber durch den Krieg stark beeinträchtigt worden; soweit damit schon begonnen war, mußten sie unterbrochen werden, soweit ihr Beginn bevorstand, wurden sie durch den Krieg unterbunden. Wann diese Untersuchungen beendet sein werden, läßt sich gegenwärtig nicht absehen. Es hängt dies nicht nur von dem Schluß des Krieges, sondern auch von den nach beendetem Kriege verfügbaren Arbeitskräften und Geldmitteln sowie davon ab, welche anderen den Vorrang verdienenden Aufgaben auf gesundheitlichem und wirtschaftlichem Gebiet zunächst zu bearbeiten und zu lösen sein werden. Unter diesen Umständen erschien ein längeres Zuwarten mit der Erstattung des zweiten Teiles des Wesergutachtens nicht angängig. Im übrigen haben die in den letzten Jahren bekannt gewordenen, von anderen Seiten ausgeführten Untersuchungen über die Frage der Schädlichkeit der Kalifabrikabwässer für Fischerei, Landwirtschaft und Industrie Ergebnisse gezeitigt, auf Grund deren eine Entscheidung auf diesem Gebiete, soweit sie im Rahmen dieses Gutachtens erforderlich ist, wohl getroffen werden kann. Es sei daher zunächst hier ein Überblick über den gegenwärtigen Stand dieser Fragen nach den Äußerungen des Reichs-Gesundheitsrats in seinen früheren einschlägigen Gutachten sowie nach den Veröffentlichungen in der Literatur aus den letzten Jahren gegeben und daraus das Ergebnis zusammengefaßt, das für das vorliegende Gutachten von Bedeutung ist.

II. Schädlichkeit der Kaliendlaugen für Fischerei, Landwirtschaft und Industrie.

1. Fischerei.

Die Frage, ob und in welchem Maße die Fischerei durch die Kaliabwässer beeinträchtigt wird, hängt bekanntlich mit der weiteren Frage eng zusammen, ob der biologische Zustand der Gewässer und damit ihre selbstreinigende Kraft durch die Abwässer geschädigt werden kann. Hierüber hat sich der Reichs-Gesundheitsrat in

den über die Schunter, Oker und Aller[1]), sowie über die Wipper und Unstrut[2]) erstatteten Gutachten schon geäußert. In dem erstgenannten Gutachten hatte Hofer aus seinen Untersuchungen an der Oker und Schunter das Ergebnis abgeleitet, „daß Belastungen fließender Wässer mit Abwässern der Chlorkaliumfabrikation, durch welche die Härte bis zu 50° und der Gehalt an Chlormagnesium bis 0,047 % (470 mg Chlormagnesium im Liter) ansteigt, für die Flora und Fauna nicht schädlich sind" (S. 149). Der Reichs-Gesundheitsrat hatte sich demgemäß in seinen Schlußsätzen dahin geäußert, daß eine Schädigung des Fischlebens, sofern die angegebenen Grenzen eingehalten werden[3]), in den drei Flüssen nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft nicht zu erwarten ist (S. 156). In dem Gutachten über die Wipper und Unstrut wurde durch die Berichterstatter des Gutachtens festgestellt, daß in beiden Flüssen der Fischbestand in dauerndem Rückgang begriffen ist, daß das Plankton verhältnismäßig spärlich vertreten, vorwiegend pflanzlicher Art ist und daher als Fischnahrung wenig in Betracht kommt. Es wird die Vermutung als nicht unberechtigt bezeichnet, daß die Versalzung der Flußläufe an diesem Zustand und damit an dem Rückgang der Fischerei die Schuld trägt, zumal die Versalzung schwankend und zeitweise sehr hoch war. Im letzteren Fall wird auch eine unmittelbare Schädigung des Fischbestandes befürchtet.

Von neueren einschlägigen Arbeiten sind die Veröffentlichungen von Eberts[4]), Müller und Fresenius[5]), Helfer[6]), von Alten[7]) und von Hirsch und Cronheim[8]) zu nennen.

Eberts ist der Ansicht, daß die schädlichen Folgen der Kaliabwässer auf den Fischbestand allenthalben zu verspüren seien, daß durch die Einleitung der Kaliabwässer überall ein beängstigender Rückgang der Fischerei unzweifelhaft eingetreten sei, wenn auch noch nicht genau festgestellt sei, mit welchem Grade der Verhärtung und Versalzung die Schädigung der Fischerei durch die Kaliwerke beginnt.

Müller und Fresenius haben den Einfluß der Versalzung von Flußwasser mit Kaliendlaugen auf die bei der biologischen Abwasserreinigung sich abspielenden

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt Bd. 25 (1907) S. 130—154; 156.

[2]) Ebenda, Bd. 38 (1911), S. 69—73; 105.

[3]) Für die Schunter die Härte 50—55°, der Chlorgehalt 400—450 mg/l,
„ „ Oker „ „ 40—45°, „ „ 400—450 mg/l,
„ „ Aller bis Müden „ 40—45°, „ „ 400—450 mg/l.

[4]) Die Kaliindustrie im Werratal und ihr Einfluß auf die Fischerei. Allgemeine Fischereizeitung 1912, S. 198, 225, 379.

[5]) Die Beeinflussung der biologischen Abwasserreinigung durch Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt, Bd. 45 (1913), S. 491.

[6]) Morphologisch-biologische Notizen über Gammariden der Unstrut. Mitteilungen aus der Kgl. Landesanstalt für Wasserhygiene Heft 18 (1914), S. 91.

[7]) Hydrobiologische Studien über Flüsse mit Kaliabwässern. Zeitschrift für Fischerei, Bd. 1 (Neue Folge), Heft 1/2 (1914). Hydrobiologische Studien über die Wirkung von Abwässern auf die Lebewelt unserer Gewässer. 17. Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaft zu Braunschweig für das Jahr 1913/14. Hydrobiologische Studien über die Wirkung von Abwässern auf die Organismen unserer Gewässer. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn 1915.

[8]) Untersuchungen über die biologische Wirkung einiger Salze. Zoologische Jahrbücher, Bd. 34 (1914), Heft 4. Hydrobiologische Studien über die unterschiedliche Wirkung organischer und unorganischer Abwässer. Zeitschrift für Fischerei Bd. 14 (1914) Heft 3, S. 246.

Vorgänge festzustellen versucht und zu diesem Zwecke mit kleinen Tropfkörpern experimentiert, die sie mit versalzenem und unversalzenem städtischen Abwasser beschickten und in ihrer Arbeitswirkung durch Messung der Abnahme der Nitrate miteinander verglichen. Sie kamen zu dem Endergebnis, daß in einem Flußwasser eine Versalzung bis zu 3000 mg/l Chlor, entsprechend 5000 mg/l Chlornatrium oder 4000 mg/l Chlormagnesium, einen schädlichen Einfluß auf die biologischen Vorgänge bei der Selbstreinigung nicht hat, daß auch höhere Salzmengen wahrscheinlich noch ohne eine solche Wirkung sind, daß aber bei 6000 mg/l Chlor eine Schädigung eintritt. Demgegenüber beträgt die vom Reichs-Gesundheitsrat unter Berücksichtigung aller bei einem Flußwasser in Betracht kommenden Interessen bisher festgesetzte höchste Versalzungsgrenze des Flußwassers 450 mg/l Chlor.

Die Untersuchung von Helfer ist im vorliegenden Zusammenhang insofern von Bedeutung, als dadurch — allerdings nur durch biologische Untersuchung einer Wasserprobe — festgestellt wird, daß im Unstrutwasser an einer Stelle, an der die Unstrut nachweislich Kaliendlaugen noch nicht aufgenommen hat, „gerade die tierischen niederen Organismen fehlen bezw. nur vereinzelt vorkommen, woraus zu schließen ist, daß sie in dem Wasser nicht ordentlich gedeihen können". In dem Gutachten über die Wipper und Unstrut hatten die Berichterstatter darauf hingewiesen, daß in beiden Flüssen das verhältnismäßig spärliche Plankton vorwiegend pflanzlicher Art ist. Es erscheint daher zweifelhaft, ob dieser Befund mit der Einleitung der Kaliabwässer im unmittelbaren Zusammenhang steht, oder nicht vielmehr auf die Einwirkung anderer Abwässer zurückzuführen ist.

von Alten hat die Schunter und die Oker, vornehmlich aber die erste, in den Jahren 1913—15 untersucht, also etwa 10 Jahre später, als Hofer dort seine Untersuchungen für das Schunter-, Oker-, Aller-Gutachten ausführte. Damals hatte Hofer einen außerordentlich geringen Bestand an niederen Organismen in der Schunter festgestellt und dafür die hohe und namentlich die wechselnde Versalzung verantwortlich gemacht. von Alten gelangte zu einem entgegengesetzten Ergebnis. Er fand, daß in der Schunter seit den Jahren 1903 und 1904 eine starke Bereicherung der Flora und Fauna eingetreten ist, und ermittelte in der Schunter insgesamt 114 Arten und Varietäten von Algen, von denen 100 den Diatomeen angehören. Unterhalb des Einflusses der Kaliabwässer der Gewerkschaften Beienrode und Asse wurden 85 Diatomeenarten, oberhalb des Einflusses 37 Arten festgestellt, von denen 20 Arten beiden Teilen gemeinsam waren. In dem durch Kaliabwässer versalzenen Teil des Flußlaufs war also die Pflanzenwelt weit reichhaltiger entwickelt, als in der unversalzenen Flußstrecke, und auch die Tierwelt war mindestens eben so zahlreich in der versalzenen wie in der unversalzenen Flußstrecke vertreten. Auch im Plankton der Schunter wurden zahlreiche Arten gefunden. Dagegen ließen die organischen Abwässer der Zuckerfabrik Raufheim deutlich einen schädigenden Einfluß auf Flora und Fauna erkennen. Fische wurden in der Schunter in großen Scharen beobachtet. Dabei war festzustellen, daß unterhalb des Einflusses der Abwässer der Gewerkschaft Asse die vom Reichs-Gesundheitsrat festgesetzte Chlorgrenze von 450 mg/l nicht nur häufig erreicht, sondern mehrfach erheblich überschritten wurde. Eine Vereinigung von Kali-

abwässern mit organischen Abwässern ist nach von Alten imstande, eine wesentliche Steigerung der Erzeugung an Urnahrung in unsern Flüssen hervorzurufen; dadurch könnten beide Abwässer für die Vermehrung unserer Volksnahrung in Gestalt von Fischfleisch nutzbar gemacht werden, womit auch die zahlreichen Klagen der Fischereiberechtigten über Schädigungen der Fischzucht aufhören würden.

Hirsch und Cronheim haben in Laboratoriumsversuchen die Frage geprüft, bis zu welcher Konzentration Lösungen von bestimmten Salzen ohne Schädigung der Versuchstiere (Daphnien, Aale, Kaulquappen, Chironomuslarven) gesteigert werden können und welchen Einfluß die Salzlösungen auf die Selbstreinigung des Wassers ausüben. Zur Untersuchung wurden Chlornatrium, Natriumsulfat, Natriumnitrat, die entsprechenden Kaliumsalze, Chlormagnesium, Magnesiumsulfat, Chlorcalcium und Calciumnitrat herangezogen. Es ergab sich, daß die für die untersuchten Tierarten noch erträglichen Konzentrationen der genannten Salze, namentlich auch des Chlornatriums und des Chlormagnesiums, die Versalzungsgrenzen erheblich überschreiten, die in Flußläufen nach Aufnahme von Kaliendlaugen beobachtet worden sind. Von den Versuchen über die Einwirkung der Salzlösungen auf die Zerstörung der im Wasser gelösten organischen Substanz (Selbstreinigung des Wassers) sei hier nur das Schlußergebnis mitgeteilt, das Hirsch folgendermaßen zusammenfaßt: „Bemerkenswert bleibt, daß so hohe Konzentrationen von Salzen, wie sie in unseren Gewässern eigentlich nie vorkommen, immer noch nicht unbedingt schädlich auf die Selbstreinigung des Wassers wirken." Bezüglich der Kaliendlaugen äußert sich Hirsch dahin, daß diese Endlaugen keinen stark bemerkbaren Rückgang in der Zusammensetzung der mikroskopischen Flora und Fauna der Gewässer verursachen, während die Zuckerabwässer kurz hinter ihrer Ausmündung, besonders bei kleinen Gewässern, eine Vernichtung der tierischen Organismen hervorrufen.

In den Jahren 1916 und 1917 sind nun von der Königlich Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene umfang- und inhaltreiche Gutachten „Zur Frage der Beseitigung der Kaliabwässer" veröffentlicht worden[1]), die für das vorliegende Gutachten in vielfacher Beziehung von Bedeutung sind.

---

[1]) Thiesing, Schulze und Wilhelmi. Bericht der Königlichen Landesanstalt für Wasserhygiene über die in der Zeit vom 29. Mai bis 3. Juni ausgeführte Orientierungsreise durch das Wipper- und Unstrutgebiet. — Dieselben. Bericht der Königlichen Landesanstalt für Wasserhygiene über die in der Zeit vom 20.—23. Oktober 1913 ausgeführte erste Untersuchungsreise durch das Wipper- und Unstrutgebiet. — Wilhelmi und Marzahn. Bericht der Königl. Landesanstalt für Wasserhygiene über die in der Zeit vom 6.—9. Mai 1914 ausgeführte zweite Untersuchungsreise durch das Wipper- und Unstrutgebiet. — Dieselben. Bericht der Königl. Landesanstalt für Wasserhygiene über die in der Zeit vom 8.—11. Juli 1914 ausgeführte dritte Untersuchungsreise durch das Wipper und Unstrutgebiet und zusammenfassende Beurteilung der Ergebnisse der bisherigen Untersuchungsreisen. — Thumm, Marzahn, Kolkwitz und Schiemenz. Bericht der Königl. Landesanstalt für Wasserhygiene über die in der Zeit vom 3.—8. Mai 1915 ausgeführte vierte Untersuchungsreise durch das Wipper- und Unstrutgebiet. Mitteilungen aus der Königl. Landesanstalt für Wasserhygiene Heft 21, 1916, S. 3—12, 13—42, 43—68, 69—97, 98 bis 186. — Thumm, Kolkwitz und Schiemenz. Bericht der Königl. Landesanstalt für Wasserhygiene über Untersuchungen im Bereiche des Flutkanals der Unstrut in der Zeit vom 3.—8. Juli 1915. Dieselben. Bericht der Königl. Landesanstalt für Wasserhygiene über das Schicksal der Zuckerfabrikabwässer in Wipper und Unstrut auf Grund örtlicher, in der Zeit vom 29. November bis



Hinsichtlich des Einflusses der Kaliendlaugen auf die Fischnahrung und den Fischbestand führten die Untersuchungen zu folgendem Gesamtergebnis. In der Unstrut und Wipper wurden Chlorwerte von 4—1200 mg/l und Gesamthärten von 12—100° beobachtet, nach Wagner können für die Wipper bei Cannawurf im allgemeinen eine Gesamthärte von 63° und ein Chlorgehalt von 600 mg/l, für die Unstrut bei Freyburg eine Gesamthärte von 43° und ein Chlorgehalt von 380 mg/l als Durchschnittswerte angesehen werden. Trotz dem ständigen beträchtlichen Gehalte des Wipper- und Unstrutwassers an Chlor und Härte und der zeitweise sehr hohen Versalzung der beiden Flußläufe ist eine Schädigung weder der Fischnahrung noch der Fische selbst zu beobachten gewesen. Der Fischbestand war zufriedenstellend und der Geschmack der Fische durch die Kaliendlaugen nicht nachteilig beeinflußt. In der Leine herrscht heute Fischreichtum. Der früher in diesem Flußlauf festgestellte Mangel an Fischnahrung und Fischen hatte mit den Kaliabwässern nichts zu tun, sondern war auf die Einleitung organischer, fäulnisfähiger Abwässer, namentlich aus Zucker- und Papierfabriken, zurückzuführen, die dem Wasser und damit der Mikroflora und -fauna den zum Leben notwendigen Sauerstoff entziehen. Seitdem diese Abwässer dem Vorfluter erst nach entsprechender Reinigung zugeführt werden, ist der Sauerstoffmangel des Leinewassers und damit der Fischbestand wesentlich gebessert. Von Wert sind auch die Untersuchungen, die die Königlich Preußische Landesanstalt für Wasserhygiene in Verbindung mit Professor Schiemenz in den kleinen versalzenen Nebengewässern der Unstrut ausführte, um die Salzkonzentrationen zu ermitteln, die unter natürlichen Verhältnissen für die Fische und die Fischnahrung noch erträglich sind. So wurde festgestellt, daß in Bachläufen, die nur Schachtwässer enthielten mit einem Salzgehalt von 11,5—34%, das Fischleben völlig erstorben war. Dagegen fanden sich schon Stichlinge und Fischnahrung (Chironomus) im Arterner Solgraben, der 4,3% Salze enthielt; dasselbe war in den westlichen Numburger Quellen mit einem Salzgehalt von 1,9% der Fall. In den östlichen Numburger Quellen mit 0,4% Salz fanden sich außer Stichlingen Gulnaria (Limnaea) und Flohkrebse, beide sehr zahlreich. Diese beiden Arten werden von Konzentrationen bis zu 3260 mg Chlor/l bei 10° Magnesiahärte nicht nachteilig beeinflußt. Was das Selbstreinigungsvermögen von Flußläufen anlangt, denen Kaliabwässer zugeleitet werden, so äußern sich die Berichterstatter der Königlich Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene auf Grund der von ihnen an Wipper und Unstrut erhobenen Befunde dahin, daß Einwirkungen der Kaliabwässer im Wasser der beiden Flüsse nirgends offenkundig zutage treten. Die Kaliabwässer erzeugen mit häuslichen und städtischen Abwässern keine Fällungen. Dagegen entstehen Niederschläge mit freien Ätzkalk enthaltenden Abwässern, z. B. Zucker- und Lederfabrikabwässern. Salzhaltige Wässer sind nach entsprechender Lüftung, wie dies bei schnell fließenden Wässern der Fall ist, nicht nur sauerstoffreich, sondern behalten diesen Sauerstoff-

---

3. Dezember 1915 angestellter Erhebungen. A. a. O. Heft 22, 1917, S. 1—98 und 99—193. — Thumm, Gross und Kolkwitz. Gutachten der Königl. Landesanstalt für Wasserhygiene, betreffend die Beschwerden einer Reihe von Kaliwerken und Gewerkschaften gegen Beschlüsse des Bezirksausschusses in Hildesheim wegen Verleihung des Rechts zur Ableitung von Kaliendlaugen in die Leine und Innerste. A. a. O. Heft 23, 1917, S. 1—301.



gehalt auch, sofern nicht fäulnisfähige Wässer im Übermaß zugeführt werden. Reiches Organismenleben, darunter zahlreiche, Sauerstoff erzeugende Pflanzen, finden sich in Wipper und Unstrut in ihren Seitenbächen und im Flutkanal der Unstrut; eine Schädigung ihrer Tätigkeit ist bei den ermittelten Höchstwerten von 75 Härtegraden und 2000 mg/l Chlor nicht zu beobachten gewesen. An einer anderen Stelle fassen sie ihr Urteil dahin zusammen, daß bei Höchstsalzgehalten von 1205 mg/l Chlor und 111,5 Härtegraden in der Wipper und von 762 mg/l Chlor und 88,5 Härtegraden in der Unstrut die Selbstreinigungskraft der Flußwässer weder gesteigert noch vermindert erschien. Zuckerfabrikabwässer, die vorwiegend Kohlehydrate enthalten, verhalten sich in Vorflutern bei den ermittelten Salzwerten ebenso, wie wenn diese Salze nicht vorhanden wären. Ob höhere Salzkonzentrationen schädlich einwirken und ob Unterschiede in dem Verhalten zwischen den Salzlösungen einerseits, den stickstoffarmen, aber kohlenstoffreichen Zuckerfabrikabwässern und den stickstoffreichen, aber verhältnismäßig kohlenstoffarmen städtischen und häuslichen Abwässern andererseits bestehen, soll weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Schließlich ist die Frage des Selbstreinigungsvermögens des Flußwassers auch experimentell in der Weise von den genannten Forschern zu prüfen versucht worden, daß sie die Beeinflussung der Fäulnisfähigkeit häuslicher Abwässer durch verschieden hohe Zusätze von Kaliendlaugen untersuchten, indem sie die durch den Fäulnisvorgang gebildeten Gasmengen maßen[1]). Dieser Versuch ergänzt die oben erwähnten Versuche von Müller und Fresenius. Während diese die Beeinflussung der Oxydationsvorgänge in Tropfkörpern durch Kaliendlaugen studierten, war hier die Frage des Abbaues organischer Stoffe in stillstehenden oder langsam fließenden Vorflutern durch Fäulnis, d. h. durch Reduktion, Gegenstand der Untersuchung. Es stellte sich heraus, daß der Endlaugenzusatz anfänglich die Gaserzeugung in allen Fällen förderte. Diese Steigerung blieb in erheblichem Maße bei den Proben bestehen, deren durch Kaliendlauge bedingte Zusatzhärte 17° nicht überstieg; Zusatzhärten von 51 bis 102° (= 800 bis 1600 mg/l Chlor) waren in ihrem Endergebnis auf den Fäulnisvorgang ohne Einfluß. Bei Zusatzhärten von 255 und 510° (= 4000 und 8000 mg/l Chlor) sank die Menge des erzeugten Gases auf die Hälfte und ein Viertel; hier war also eine Beeinträchtigung des Fäulnisvorganges unverkennbar, während die biologische Tätigkeit der Tropfkörper erst bei 6000 mg/l Chlor eine Schädigung erlitt.

Im Rahmen der vom Kaiserlichen Gesundheitsamt geplanten, oben bereits erwähnten systematischen Untersuchungen waren auch umfassende Versuche über die Einwirkung der Kalifabrikabwässer auf das Fischleben und die damit im Zusammenhang stehenden Fragen vorgesehen. Ihre Ausführung hatten Professor Hofer und Geheimer Regierungsrat Professor Schiemenz übernommen; sie sollten sowohl in der freien Natur an einigen Flußläufen (Aller, Leine, Werra, Wipper, Unstrut), als auch in eigens dazu hergerichteten Fischteichen und in Aquarien angestellt werden. Leider wurde Professor Hofer durch seinen frühzeitigen Tod der von ihm übernommenen Tätigkeit entrissen; seine Versuche sind, wie sich aus seinen hinterlassenen Aufzeichnungen ergeben hat,

[1]) a. a. O. Heft 21, S. 172—176.

nicht über die Erbauung und Einrichtung geeigneter Teiche und über einige einleitende Untersuchungen hinaus gediehen. Auch Professor Schiemenz hat seine Versuche bei weitem nicht in dem in Aussicht genommenen Umfang erledigen können. Indessen ist es ihm gelungen, wenigstens eine Versuchsreihe durchzuführen und über diese in einem dem Kaiserlichen Gesundheitsamt eingereichten Gutachten: „Über die Einwirkung der Abwässer der Kalibergwerke auf die fischereilichen Verhältnisse in der Leine“ zu berichten. Schiemenz hat darin die Nebengewässer der Leine und diese selbst in ihrem Laufe bis Hannover an 73 Stellen chemisch und biologisch untersucht und festgestellt, daß die drei wichtigsten Tierarten, Eintagsfliegenlarven, Köcherfliegenlarven und Flohkrebse, die über die fischereiliche Beschaffenheit eines Flußwassers Aufschluß geben, an allen untersuchten Stellen im Leinewasser, vornehmlich aber da vorkommen, wo die höchsten Chlor- und Magnesiazahlen gefunden wurden, daß also ihr Vorkommen von diesen Stoffen in der ermittelten Konzentration nicht beeinflußt wird. Er kommt zu dem Schluß, daß eine nachteilige Einwirkung auf die niedere Tierwelt und die Fische in der Leine durch die zur Zeit der Untersuchung ihr zugeführten Mengen von Kaliabwässern nicht nur nicht stattgefunden, daß vielmehr in der letzten Zeit der Fischbestand in der Leine sich gehoben hat. Der in den vorhergehenden Jahren in der Leine beobachtete schlechte Fischbestand und die häufig wiederkehrenden Fischsterben waren auf den Einfluß der Abwässer aus Zuckerfabriken zurückzuführen; eine Besserung im Flußlauf stellte sich sofort ein, als diese Abwässer von der Leine, wenigstens zu ihrem größten Teil, ferngehalten wurden.

Aus den Untersuchungen von Schiemenz an der Leine ergibt sich ferner, daß die Fische wie die zu ihrer Nahrung dienenden niederen Tierarten ganz erhebliche Konzentrationen an Härte (Magnesiahärte) und Chlor vertragen, ohne Schaden zu nehmen, Konzentrationen, mit denen im allgemeinen in unsern Flüssen nicht zu rechnen ist. So wurden Eintagsfliegenlarven, Lymnaeaarten, Kribbelmückenlarven und Flohkrebse noch im Wasser von 71° Härte und 1250—1920 mg/l Chlor beobachtet.

Überblickt man die vorstehend mitgeteilte Literaturübersicht, so geht daraus die Tatsache hervor, daß nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen und wissenschaftlichen Prüfungen die in die Flußwässer abgeleiteten Kaliabwässer auf das Fischleben in den Flüssen keine schädigende Wirkung ausüben, und zwar weder auf die Fische selbst, noch auf ihre Nahrung. Sowohl die Fische selbst als auch die zu ihrer Nahrung dienenden niederen Tiere vertragen erheblich höhere Härte- und Chlormengen als diejenigen, mit denen in den Flußwässern praktisch zu rechnen ist. Auch das Selbstreinigungsvermögen des Flußwassers, seine Fähigkeit zur Zerstörung fäulnisfähiger organischer Substanz, wird durch die Kaliabwässer nicht beeinträchtigt. Mag auch noch eine Reihe von Einzelfragen auf diesem Gebiete ihrer Lösung harren, das vorstehend zusammengefaßte Gesamtergebnis wird dadurch kaum eine Änderung erfahren.

2. Landwirtschaft.

Über die Einwirkung der durch Kaliendlaugen versalzenen Flußwässer auf landwirtschaftliche Kulturen und die dadurch verursachte Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit des Bodens und des Pflanzenwuchses hat sich der Reichs-Gesundheitsrat in

seinen Gutachten über die Schunter, Oker und Aller[1]) sowie über die Wipper und Unstrut[2]) ausführlich geäußert; auch in dem Gutachten über die Ilm, Lossa und Saale[3]) ist er auf diese Frage eingegangen.

In dem erstgenannten Gutachten hat der Berichterstatter für den in Rede stehenden besonderen Teil, Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Orth, als Ergebnis seiner Versuche mitgeteilt, daß bei einer Vergleichung der Wiesengräser, welche auf Wiesen an der Oker und Schunter am Flußwasser oberhalb und unterhalb des Einlaufs von Endlaugen gewachsen waren, wesentliche Unterschiede zu ungunsten der Endlaugen nicht festzustellen waren. Topfversuche unter Verwendung von Verdünnungen aus Endlaugen und Kieseritlaugen hatten dagegen, wenn die angewandten Lösungen 1 g Salze im Liter enthielten, eine erhebliche Vermehrung der Calcium-, Magnesium- und Chlorverbindungen und eine Verminderung des Stickstoffgehalts in der Pflanze gegenüber den mit Brunnenwasser begossenen Pflanzen ergeben. Auch waren die Erntemengen bei Pflanzen, die mit den einpromilligen Lösungen der Endlaugen und Kieseritlaugen begossen worden waren, vermindert. Wurden Proben der im Schuntergebiet vornehmlich vorkommenden Bodenarten mit Lösungen von der angegebenen Art und Konzentration geschüttelt, so nahmen die Bodenarten unterschiedslos Magnesium auf und gaben dafür eine etwa äquivalente Menge Calcium ab. Doch gingen bei wiederholtem Schütteln eines Bodens selbst mit einem erheblichen Gehalt an Calciumcarbonat die von dem Boden aufgenommenen Magnesiummengen beträchtlich zurück[4]). Ferner teilt Orth mit, daß nach seinen Versuchen eine zu starke Versalzung des Flußwassers zu einer vorzeitigen Niederschlagung der Schlickstoffe führt und deshalb die Anwohner der entfernteren Flußniederungen benachteiligt. Schließlich hat Orth eine größere Zahl von Wiesen an der Schunter und Aller in bezug auf Zusammensetzung und Güte ihrer Grasnarbe untersucht, bestimmte Schlüsse aus diesen Untersuchungen jedoch nicht gezogen. Seiner Ansicht nach aber ist nicht daran zu zweifeln, daß die verschiedenen Einflüsse der Kaliendlaugen auf Bodenart und Pflanzenwachstum da, wo die physikalischen Bedingungen für Stagnation günstig sind, auf eine allmählich wachsende Verschlechterung des Pflanzenbestandes und damit auf geringwertigere Ernteprodukte hinwirken müssen. Der Nachweis im einzelnen würde aber einen außerordentlichen Aufwand wissenschaftlicher Arbeit in der Untersuchung des Pflanzenbestandes in Anspruch nehmen. Im Flußgebiet der Aller glaubt er, daß ein Gehalt der Kaliabwässer von 0,75 g/l Salz „wohl zugegeben" werden kann. Angesichts dieser Ergebnisse hat der Reichs-Gesundheitsrat sein Urteil folgendermaßen zusammengefaßt: „Ob die Vermehrung der Abwassermengen auf die Beschaffenheit des Bodens und auf den Pflanzenwuchs des anliegenden Geländes bei längerdauernder Einwirkung nachteilig sein würde, kann nicht als endgültig festgestellt gelten." Die für die Schunter, Oker und Aller „angegebenen Grenzen[5]) können daher in dieser Hinsicht nur als vorläufige betrachtet werden".

---

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt, Bd. 25, 1907, Heft 2, S, 107—130.

[2]) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt, Bd. 38, 1911, Heft 1, S. 76—84.

[3]) Ebenda, Bd. 44, 1913, Heft 4, S. 575—576.

[4]) Vergl. das Wipper-Unstrut-Gutachten, S. 84.

[5]) Vergl. S. 244.

In dem Wipper-Unstrut-Gutachten werden vom Berichterstatter, Professor Orth, ausführlich die Gefahren auseinandergesetzt, die den Riesel- und Überschwemmungswiesen in der Unstrutniederung durch eine zu hohe Versalzung der sie durchziehenden Wasserläufe drohen. Es handelt sich hier um schwere lehmige und tonige Böden, die sich durch Wasserundurchlässigkeit auszeichnen. Das Wasser der Flußläufe wird zum Berieseln der Wiesen und namentlich in Zeiten der Trockenheit benutzt, in denen bei geringer Wasserführung der Salzgehalt des Wassers erheblich ist; dieser Salzgehalt kann auf dem wasserundurchlässigen Wiesenboden durch Verdunstung des Wassers noch angereichert werden und so unmittelbar, wie auch nach seiner Anreicherung das Pflanzenwachstum beeinträchtigen. Andererseits vermag das versalzene Flußwasser bei Überschwemmung der Wiesen diesen dadurch schädlich zu werden, daß in den tiefer gelegenen Teilen Wasserlachen zurückbleiben, die sich durch Verdunstung an Salz anreichern. Solche Verhältnisse spielen nach Orths Ansicht bei den Wiesen am rechten Ufer des von Frankenhausen ausgehenden Solgrabens in der Nähe von Esperstedt eine Rolle, wo eine über weite Flächen ausgedehnte Salzflora angetroffen wurde. Mit Rücksicht auf den schweren Tonboden der Unstrutwiesen lehnten die Berichterstatter jedenfalls eine Verhärtung des Unstrutwassers bis auf 60° ab, wie sie von der weimarischen Regierung bereits gestattet worden war. Von einigen Mitgliedern des Reichs-Gesundheitsrats wurde demgegenüber darauf hingewiesen, daß der Untergrund in der Unstrutniederung stark salzhaltig sei und demgemäß das versalzene Grundwasser bei einer etwaigen Schädigung der Unstrutwiesen durch Versalzung in Betracht gezogen werden müsse. Der Reichs-Gesundheitsrat hat seine Ansicht in dem folgenden Schlußsatz niedergelegt: „Schädigungen der landwirtschaftlichen Kulturen in der Unstrutniederung durch Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken sind bisher zwar nicht beobachtet worden, doch ist bei den schweren undurchlässigen Tonböden, die hier vorkommen, die Besorgnis nicht abzulehnen, daß Schädigungen durch eine unregelmäßige oder unerlaubt hohe Versalzung der Unstrut und Wipper eintreten. Im landwirtschaftlichen Interesse ist es daher geboten, den Grad der Versalzung der genannten beiden Flüsse möglichst niedrig und gleichmäßig zu halten, um die mit großen Unkosten erzielten Erfolge der Melioration in der Unstrutniederung nicht im Laufe der Jahre in Frage zu stellen." Unter Berücksichtigung aller bei der Wipper und Unstrut in Betracht kommenden Umstände hat der Reichs-Gesundheitsrat eine Versalzung des Wassers der beiden Flußläufe bis zu 50 Härtegraden und 300 mg/l Chlor für zulässig erklärt.

In dem Gutachten über die Ilm, Lossa und Saale wird von den Berichterstattern darauf hingewiesen, daß gegenüber der namentlich von dem Kanalinspektor Breitenbach in Artern verfochtenen Behauptung, daß sich auf dem Wiesengelände an der Unstrut im Laufe der letzten Jahre eine ausgesprochene Salzflora infolge der Berieselung oder Überschwemmung mit kaliendlaugenhaltigem Flußwasser entwickelt habe, Professor Dr. C. A. Weber in Bremen in einem über Wiesen und Weiden der Unstrutniederung zwischen Artern und Memleben erstatteten Gutachten[1]) eine gegenteilige Ansicht ver-

[1]) Vergl. Kali, 7. Jahrgang, 1913, Heft 10, S. 1—7.

trete. Nach den Untersuchungen von Weber sind in dem bezeichneten Gelände Schädigungen durch versalzenes Flußwasser bisher nicht zu erkennen und wirkliche, im Pflanzenbestande bemerkte Mängel ausnahmslos auf die Art der Bewässerung und ihre Handhabung sowie auf andere Unzulänglichkeiten zurückzuführen gewesen. Auch Immendorf[1]) weist die Breitenbachsche Behauptung nachdrücklich zurück und führt die angegebenen Schädigungen auf die nämlichen Ursachen zurück, wie Weber. Gegen die Breitenbachsche Anschauung führen die Berichterstatter auch den Umstand an, daß sich darnach ein so vollständiger Umschwung, wie ihn die stellenweise beobachtete Bildung einer Salzflora darstellt, im Laufe weniger Jahre in der Pflanzenwelt vollzogen haben müßte, während man nach sonstigen Erfahrungen für eine solche Wandlung einen Zeitraum von mindestens mehreren Jahrzehnten anzunehmen hätte. Ferner lasse sich dagegen geltend machen, daß an anderen Stellen, die mindestens der gleichen Versalzung ausgesetzt sind, nichts Ähnliches hat wahrgenommen werden können, so z. B. an den Wiesen der unteren Saale nach dem Einbruch des salzigen Sees bei Oberröblingen. Die Berichterstatter geben schließlich dem Wunsche Ausdruck, daß „es zu begrüßen wäre, wenn bei dem Widerstreit der Meinungen unter den Sachverständigen systematische Untersuchungen über die Schädlichkeit Kaliendlaugen führender Flußläufe für die Landwirtschaft von zuständiger Seite veranlaßt würden“. In seinen Schlußsätzen zu diesem Gutachten hat sich der Reichs-Gesundheitsrat auf die Feststellung beschränkt, daß kein überzeugender Nachweis dafür vorliege, daß bei der für die Ilm und Saale als duldbar erachteten Höhe der Versalzung von 30 Härtegraden und 450 mg/l Chlor landwirtschaftliche Interessen an diesen beiden Flüssen gefährdet werden.

Von Abhandlungen, die nach der Veröffentlichung dieses Gutachtens in der landwirtschaftlichen Fachliteratur erschienen sind, sind hauptsächlich die von Stutzer und Haupt[2]), Haselhoff[3]), Dunbar[4]) und Nolte[5]) zu nennen. Stutzer und Haupt haben in den Jahren 1912, 1913 und 1914 systematische Rieselversuche auf Wiesen bei Bendeleben an der Wipper und bei Banteln an der Leine sowie auf einem Gemeindeacker in Oldisleben an der Unstrut ausgeführt. Gerieselt wurde jährlich einmal, und zwar auf nebeneinanderliegenden Stücken desselben Geländes mit Trink- oder Brunnenwasser, Flußwasser und mit Wasser, das durch Zusatz von Endlauge auf einen Gehalt von 1,5, 2 und 2,5 g Chlor im Liter gebracht worden war. Diese Chlormengen entsprechen 2, 2,65 und 3,3 g Chlormagnesium im Liter und 118, 156 und 196 Härtegraden. Die unmittelbar an der Wipper gelegene Wiese besaß guten lehmigen kalkreichen Boden von mäßiger Feuchtigkeit und eine Narbe von guten süßen Gräsern. Die Wiese an der Leine war vernachlässigt und wies daher

---

[1]) Ebenda, Heft 11, S. 1—9.

[2]) Dreijährige Versuche über die Wirkung von Chlormagnesium enthaltender Endlauge von Chlorkaliumfabriken auf die Ernteerträge. Berlin 1915.

[3]) Über die Wirkung von Chlormagnesium enthaltender Endlauge von Chlorkaliumfabriken auf die Ernteerträge. Gesundheitsingenieur 1915, Nr. 38, S. 429.

[4]) Kaliindustrie und Landwirtschaft. Gesundheitsingenieur, 1916, Nr. 2, S. 13.

[5]) Über die Wirkung der Kali-Endlaugen auf Boden und Pflanze. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1918.

einen groberen und schlechteren Graswuchs auf, im Winter war sie häufig der Überflutung durch das Leinewasser ausgesetzt, der Boden war kalkreich. Es wurde das Gewicht der Heuernte eines jeden Teilstücks für jeden Schnitt und im Heu der Gehalt an Eiweiß und Rohfaser festgestellt. Bei dem Acker handelte es sich um sehr kalkreichen Tonboden; er wurde in zwei Felder geteilt und von diesen in den drei Versuchsjahren das eine mit Hafer, Weizen, Futterrüben, das andere mit Zuckerrüben, Gerste, Roggen bestellt. In keinem Falle der zahlreichen Versuche hat sich nach Ansicht der oben genannten Forscher eine Benachteiligung des Ernteertrages an Heu und Feldfrüchten weder der Menge, noch der Beschaffenheit nach feststellen lassen, selbst nicht als das Rieselwasser 2,5 g/l Chlor, entsprechend 3,3 g/l Chlormagnesium und 196 Härtegraden, enthielt. Falls dieses Ergebnis sich auch bei weiteren Versuchen bestätigte, wäre Stutzer und Haupt in ihrer Ansicht beizupflichten, daß es „ganz unerwartet günstig" ausgefallen ist. Man muß sich dabei vergegenwärtigen, daß der Reichs-Gesundheitsrat in seinen vorstehend auszugsweise wiedergegebenen Gutachten über die Grenzen von 450 mg/l Chlor und 50 Härtegraden nicht hinausgegangen, mehrfach sogar darunter geblieben war, daß König die Schädlichkeitsgrenze der Kaliabwässer für landwirtschaftliche Kulturen bei 700 mg/l Chloriden + Sulfaten annimmt, während Orth sich geneigt zeigte, mit dieser Grenze im Allergebiet bis zu 750 mg/l Salz hinaufzugehen. Vogel, der die Versuche von Stutzer und Haupt ausführlich bespricht[1]), will ihre Ergebnisse sogar dahin ausgedeutet wissen, daß „das mit Endlaugen bis zu einer Menge von 2,5 g/l Chlor versetzte Rieselwasser nicht nur nicht nachteilig wirkte, sondern ganz offenbar noch einen fördernden Einfluß ausübte." Schädliche Wirkungen der Kaliendlaugen auf die Zusammensetzung des Bodens — Herauslösung von Kali und Kalk — werden von Stutzer und Haupt auf Grund ihrer Versuche im Gegensatz zu den Anschauungen von König gleichfalls nicht befürchtet.

Die Untersuchungen dieser Forscher sind aber nicht unwidersprochen geblieben. So hat Haselhoff sich in einer ausführlichen Kritik dagegen gewandt. Er meint, daß, wenn Stutzer und Haupt durch ihre Versuche die direkt schädigende Wirkung der Endlaugen auf die Pflanzen hätten prüfen wollen, die Versuche überflüssig gewesen seien; denn diese Wirkung der Endlaugen stehe bei der Beurteilung ihrer Schädlichkeit erst an letzter Stelle. Vor allem komme es auf die Wirkung der Endlaugen auf den Boden an, die in einer Lösung und Auswaschung der Bodennährstoffe bestehe und eine Verarmung des Bodens und dadurch einen Minderertrag zur Folge habe. Stutzer und Haupt hätten durch eine zu reichliche Düngung und eine zu kurze Dauer der Versuche diese Einwirkung der Endlauge verwischt; außerdem seien die untersuchten Böden zu kalkreich gewesen. Wenn man die schädigenden Wirkungen des Chlormagnesiums untersuchen wolle, so seien dafür kalkarme Böden geeignet, weil dann kein überschüssiger Kalk vorhanden sei, um die aus dem Chlormagnesium durch hydrolytische Spaltung entstehende Salzsäure zu binden und dadurch unschädlich zu machen; erst dann werde die entkalkende Wirkung des Chlormagnesiums

[1]) Die Abwässer aus der Kaliindustrie, Ergänzungsheft. Berlin 1915, S. 43—59.

auf den Boden deutlich. Dazu komme, daß bei den Versuchen von Stutzer und Haupt die Rieselung im Jahre nur 4—5 Tage andauerte. Schließlich bemängelt Haselhoff noch die Auswertung der Versuchsergebnisse im einzelnen, worauf hier nicht näher eingegangen werden kann; er kommt hierbei aber zu dem Schluß, daß in einer Reihe von Fällen nicht nur nicht eine Steigerung, sondern eine Verminderung des Ernteerträgnisses angenommen werden müsse. Alles in allem gäben die Versuche von Stutzer und Haupt keine Antwort auf die Frage, ob die Endlauge den Ertrag schmälert oder nicht; in der vorliegenden Darstellung könnten sie mehr verwirren als klären.

In der nämlichen Weise werden die Versuche von Stutzer und Haupt von Nolte[1]) beurteilt, und auch Ehrenberg[2]) hat sich ähnlich geäußert.

Zugleich hat Haselhoff in Fühlings landwirtschaftlicher Zeitung eine ausführliche Besprechung aller Arbeiten veröffentlicht, die sich mit der Frage beschäftigen, bei welchem Versalzungsgrade das Wasser für landwirtschaftliche Zwecke unbrauchbar wird. Dunbar berichtet über diese Veröffentlichung eingehend, indem er sich dabei auf den vorstehend wiedergegebenen Standpunkt Haselhoffs stellt. Zum Schluß gibt er der Anschauung Ausdruck, daß der Zeitpunkt kommen wird, wo die weitere Einleitung von Kaliendlaugen in die Flußläufe unmöglich sein werde. Dann müsse man notgedrungen nach Mitteln suchen, um die Kaliabwässer von den Flüssen fernzuhalten. Es würde im Interesse der Kaliindustrie wie der Allgemeinheit liegen, wenn die Mühe und Arbeit, die jetzt aufgewandt werde, um nachzuweisen, daß die gegenwärtige Versalzung der Flußläufe keinerlei hygienische, landwirtschaftliche, gewerbliche oder biologische Schädigungen verursacht, vielmehr der Untersuchung der Frage zugewandt würde, auf welchem Wege die Kaliendlaugen am besten verwertet werden könnten, selbst wenn diese Verwertung mit Opfern verbunden sei. Denn wo es sich um die Reinhaltung der Flüsse handelte, habe man immer Opfer bringen müssen.

Nolte hat sehr eingehende Topfversuche angestellt, bei denen er verschiedene Arten von Gräsern der Einwirkung einer Endlauge unterwarf, die so verdünnt war, daß sie 2 g/l Magnesiumchlorid, entsprechend 117,6 Härtegraden, enthielt. Seine Ergebnisse sind kurz die folgenden. Unter den innegehaltenen Versuchsbedingungen wirken die Endlaugen besonders auf reichen Böden zunächst ertragssteigernd, darauf findet häufig ein Rückgang der Ernte statt. Die Schädigung ist um so größer, je ärmer der Boden an Nährstoffen ist. Die Aufnahme der Nährstoffe durch die Pflanze wird nicht behindert, es tritt vielmehr ein gewisser Luxusverbrauch ein, der als ziemlich sicher für Phosphorsäure und Kalk, als wahrscheinlich für Kali und Stickstoff nachgewiesen wurde. Eine Zunahme der Aschenbestandteile der Pflanze ist wahrscheinlich; die Aufnahme der Magnesia erreicht jedoch anscheinend bald eine Grenze, 1% Magnesia in der Trockensubstanz wurde nie erreicht. Zwischen den Salzen der Endlauge und den Bodenbestandteilen finden Umsetzungen statt, von denen die schwerwiegendste die Umwandlung des Kalks in das leicht lösliche und daher auswaschbare Calcium-

[1]) a. a. O., S. 12—17.

[2]) Journal für Landwirtschaft 1915, S. 89; zitiert nach Nolte, a. a. O. S. 12.

chlorid ist. Das Magnesiumchlorid wird im Boden teilweise hydrolytisch gespalten in Magnesiumoxyd und Salzsäure; jenes bleibt im Boden, diese wird vorzugsweise an Kalk gebunden, der dadurch der Auswaschung anheimfällt. Eine erhöhte Auswaschung an Kali, Stickstoff und Phosphorsäure ist dagegen nicht zu befürchten. Die schädigende Wirkung der Endlaugen in den ersten zwei Jahren beruht aber nicht auf dieser Veränderung der Bodenbeschaffenheit, sondern wahrscheinlich darauf, daß das Magnesiumchlorid in stärkeren Konzentrationen ein Gift für die Pflanzen ist. Nolte warnt auf Grund seiner Versuche schließlich davor, die Verhärtung des Flußwassers über die bewährten Grenzzahlen von König zu erhöhen.

Von den Berichterstattern der Königl. Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene[1]) ist in dem Wipper-Unstrutgebiet an drei Stellen in Übereinstimmung mit früheren Beobachtern, wie z. B. Immendorff, Weber, das Vorkommen einer ausgesprochenen Salzflora festgestellt worden, während an den übrigen Fluß- und Bachufern keine merkliche Beeinflussung durch den Salzgehalt der Wässer beobachtet werden konnte. Im Leinetal konnten Wiesenschädigungen nicht aufgefunden werden. Bezüglich der Entstehung dieser Salzpflanzengebiete äußern sie sich dahin, daß entweder ein ständiger Salzgehalt des Bodens die Ursache hierfür sein müsse, oder daß entsprechend der Orthschen Anschauung die Anreicherung des Salzgehalts in solchem Wasser dabei eine Rolle spiele, das von einer Berieselung oder Überschwemmung durch versalzenes Flußwasser her auf dem Wiesengelände zurückgeblieben und allmählich verdunstet ist. Übrigens wollen sie die Frage nach der Herkunft des Salzes, ferner die Frage, ob das Auftreten von Salzpflanzen überhaupt immer als Schädigung in landwirtschaftlicher Beziehung anzusprechen ist, noch unentschieden lassen. Im allgemeinen aber fordern sie, daß alle nicht notwendigen Versalzungen von Vorflutern im Hinblick darauf vermieden werden, daß die von König ermittelten Schädlichkeitsgrenzen der Kaliendlaugen für Wiesen und Ackergelände (0,7 g/l Chloride + Sulfate) bisher nicht widerlegt sind und diese Schädigungen sich nur allmählich einstellen. Wenn man die Möglichkeit einer Wiesenschädigung bei hohem Salzgehalt und schwer durchlässigen Böden auch grundsätzlich anerkennen müsse, so müßte sie doch in jedem einzelnen Fall als vom Salzgehalt der Kaliabwässer herrührend erst nachgewiesen werden. Derartige Ermittelungen hätten sich auf eine Reihe von Jahren zu erstrecken, da die Wiesenflora an und für sich schon in den einzelnen Jahren einem nicht unerheblichen Wechsel unterworfen zu sein pflegt.

Aus dieser kurzen Übersicht erhellt, daß die Frage, ob und unter welchen praktischen Verhältnissen die in die Flußläufe eingeleiteten Kaliabwässer auf die Wiesenflora und die Feldfrüchte schädlich einzuwirken vermögen, sei es durch allmähliche Veränderung der Bodenbeschaffenheit, sei es durch unmittelbare Einwirkung auf die Pflanze selbst, in vielfacher Beziehung noch unentschieden ist und einer systematischen Durchforschung bedarf.

Eine solche in möglichst weitem Umfange in die Wege zu leiten, hatte das Gesundheitsamt schon im Jahre 1915 unternommen, nachdem dafür, wie bereits

[1]) a. a. O. Heft 21, 1916, S. 183; Heft 22, 1917, S. 68—92 und 95—96; Heft 23, 1917, S. 167—176, 201—212 (an letzterer Stelle findet sich eine ausführlichere Literaturbesprechung), 273.

erwähnt, Reichsmittel verfügbar gemacht worden waren. In mehreren anfangs 1916 abgehaltenen Sachverständigenberatungen wurden die einschlägigen Probleme ausführlich besprochen und ein auf alle Einzelheiten eingehender Versuchsplan über die Einwirkung der Kaliabwässer auf die in Betracht kommenden Böden und ihre landwirtschaftlich wichtigen Bestandteile, ferner auf die Keimung und Entwickelung der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen sowie auf die Wiesenflora und schließlich über die Bedingungen der Bildung einer Salzflora unter dem Einfluß der Kaliendlaugen aufgestellt. Hierbei waren sowohl Topf-, als auch Freilandversuche an Riesel-, Stau- und Überschwemmungswiesen und landwirtschaftlich genutztem Gelände vorgesehen; außerdem sollte das ganze durch die Ableitung der Kaliabwässer in Mitleidenschaft gezogene Gebiet durch landwirtschaftliche und botanische Sachverständige bereist und eingehend studiert werden. Die Mitwirkung einer großen Zahl landwirtschaftlicher Untersuchungsstätten war in Aussicht genommen und die Ausdehnung der Versuche auf eine zur Gewinnung zuverlässiger Ergebnisse hinreichende Dauer von Jahren geplant. Die Ausführung dieser Versuche hatten zunächst die Herren Hofrat Professor Dr. Immendorff in Jena und Professor Dr. Ehrenberg in Göttingen übernommen; soweit sie die chemischen Verhältnisse betrafen, waren daran die Herren Professor Ehrenberg und Direktor Dr. Kerp beteiligt. Leider mußten auch diese Arbeiten infolge der Kriegsverhältnisse entweder gänzlich unterbrochen werden oder haben nur in bescheidenem Maße weitergeführt werden können, so daß es nicht möglich ist, hier bereits belangreiche Versuchsergebnisse mitzuteilen.

Bei diesen Versuchen war auch beabsichtigt, die Schädlichkeit des von versalzenen Wiesen geernteten Heues wie auch des versalzenen Flußwassers bei der Fütterung und Tränkung landwirtschaftlicher Nutztiere zu prüfen. Über letztere Frage hat sich der Reichs-Gesundheitsrat bereits mehrfach geäußert; es erscheint daher zweckmäßig, auch über die Frage der Schädlichkeit der Kaliendlaugen beim Tränken von Nutzvieh im vorliegenden Zusammenhang eine kurze Übersicht zu geben.

Im Schunter-, Oker-, Aller-Gutachten findet sich nur ein kurzer Hinweis hierüber[1]). Dort wird angegeben, daß nach Mitteilung von Zuntz im Wasser für Trink- und Tränkzwecke 1 ‰ Chlormagnesium und von Chlornatrium 2 ‰ die zulässige Höchstmenge darstelle; bei einem Gemische beider Salze sei die Höchstgrenze 2 ‰, wovon höchstens die Hälfte aus Chlormagnesium bestehen dürfe. Bei 30 Liter Tränkwasser täglich ergebe das als tägliche Höchstmenge 30 g Chlormagnesium oder 60 g Chlornatrium oder 30 und 30 g eines Gemisches beider Salze[2]). Zuviel Chlormagnesium in der Nahrung könne Reizungen geben und zu starkem Eiweißzerfall beitragen. Der Reichs-Gesundheitsrat hat hierzu in einem Schlußsatz nicht Stellung genommen.

Dagegen ist im Wipper-Unstrut-Gutachten ausführlich auf die Gebrauchsfähigkeit des Unstrutwassers zu Tränkzwecken eingegangen worden[3]). Da die meisten Klagen

---

[1]) a. a. O. S. 117.

[2]) 1 g Chlormagnesium im Liter entspricht 59 Härtegraden und 745 mg Chlor im Liter; 2 g Chlornatrium im Liter entsprechen 1213 mg Chlor im Liter.

[3]) a. a. O. S. 56—62 und S. 104—105.

im Unstrutgebiet sich auf die Schädigung von Schafen durch versalzenes Tränkwasser bezogen, so wurden im Kaiserlichen Gesundheitsamt Tränkversuche an neun $1^1/_2$ Jahre alten Schafen angestellt, die über 7 Monate ausgedehnt wurden. Während dieser Zeit wurden die Schafe in drei Gruppen mit Wasser getränkt, das entweder aus unversalzenem oder durch Zugabe von Kaliendlauge auf 60^0 und 600^0 versalzenem Leitungswasser bestand. Täglich wurden von den Tieren 1,5—2 Liter Wasser aufgenommen. Die Ergebnisse sind im Gutachten folgendermaßen zusammengefaßt: „Ein durch Zusats von Endlaugen von Chlorkaliumfabriken um 60^0 verhärtetes Wasser (Magnesiahärte) hat schädliche Einwirkungen auf Schafe auch bei monatelanger Verabreichung des Wassers nicht erkennen lassen. Weder wurde weniger Wasser aufgenommen als von den unter normalen Verhältnissen gehaltenen Tieren, noch zeigten sich im Gewicht und in der Blutbeschaffenheit eindeutige Abweichungen von den Kontrolltieren.

Bei anhaltender Tränkung mit um 600^0 durch Endlaugen verhärtetem Leitungswasser blieben die Tiere gegenüber den Kontrolltieren im Gewicht nicht unerheblich zurück. Eines derselben zeigte deutliche Zeichen von Abmagerung. Anscheinend wird auch die Blutbeschaffenheit in dem Sinne ungünstig beeinflußt, daß ein Sinken des Hämoglobingehaltes stattfindet. Doch bedarf diese Frage noch weiterer Nachprüfung. Versuche an anderen Haustieren, wie Pferden und Rindern, wurden nicht ausgeführt, weil, abgesehen von der Kostenfrage, Schafe bekanntlich gegen Schädlichkeiten, die auf den Verdauungskanal einwirken, besonders empfindlich sind und daher der negative Ausfall der bei Schafen mit um 60^0 verhärtetem Wasser angestellten Versuche einen gewissen Rückschluß auf die Wirkung solcher Wässer auch auf andere Haustiere gestattet. Dabei kommt außerdem in Betracht, daß zweifellose Schädigungen der Versuchstiere erst bei einer ganz außergewöhnlichen Härte des Tränkwassers, nämlich bei über 600^0, in die Erscheinung treten."

Der Reichs-Gesundheitsrat hat auf Grund dieser Versuchsergebnisse sein Urteil in dem nachstehenden Schlußsatz abgegeben.

„Als Tränkwasser für Tiere wird das Wasser von Wipper und Unstrut in ausgedehntem Maße benützt. Bei Versuchen, die im Kaiserlichen Gesundheitsamt ausgeführt worden sind, hat ein durch Zusatz von Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken um 60^0 verhärtetes Wasser nachteilige Einwirkungen auf Schafe, die bekanntlich für schädigende Einflüsse auf den Verdauungskanal besonders empfindlich sind, auch bei monatelanger Verabreichung des Wassers nicht erkennen lassen; dagegen traten bei einer Verhärtung des Tränkwassers um 600^0 Schädigungen der Versuchstiere in die Erscheinung".

Tietze, von dem diese Versuche ausgeführt wurden, hat diese später in allen Einzelheiten und im Zusammenhang damit auch Versuche an Gänsen veröffentlicht[1]). Die Versuche wurden an 15 Gänsen im Alter von 5—6 Monaten angestellt und dauerten fünf Monate. Dabei zeigten die mit Wasser, das durch Kaliendlaugen um 60, 100, 200, 400 und 500^0 verhärtet war, getränkten Gänse keinerlei Gesundheits-

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt Bd. 38, 1911, S. 368 ff.

störungen und verhielten sich auch in ihrem Gewichte wie die mit Leitungswasser getränkten Kontrolltiere. Bei der unvermittelten Verabreichung von Wasser mit einer Härte von 600° zeigten sich schon am 3. Tage bei den 5 zu dem Versuche dienenden Gänsen Erscheinungen schwerer Darmentzündung, an der 3 Tiere starben. Wurde die Härte des Wassers allmählich auf 600° gesteigert, so blieb diese Schädigung aus.

In dem Ilm-, Lossa-, Saale-Gutachten findet sich nur ein Hinweis auf diese Untersuchungen[1]), und der Reichs-Gesundheitsrat hat dort den Standpunkt vertreten, daß eine Zunahme der Versalzung des Saale- wie des Ilmwassers bis zu einer Höchstgrenze von 450 mg/l Chlor bei einer 30° nicht übersteigenden Verhärtung auch deshalb als duldbar erachtet werden kann, weil eine schädliche Wirkung der Versalzung beim Tränken von Tieren nach früher angestellten Versuchen erst bei weit höheren Versalzungen wahrnehmbar ist[2]).

Im ersten Teil des Wesergutachtens wird die Frage dahin entschieden, daß in bezug auf die Benutzung von Wasser für die Versorgung etwaiger Haus- und Nutztiere es keiner weiteren Forderungen bedarf, wenn die im Interesse des Menschen an die Beschaffenheit des Wassers für Trink- und Brauchzwecke zu stellenden Ansprüche erfüllt sind[3]).

Aus der Literatur kommen außer der bereits erwähnten Arbeit von Tietze die Untersuchungen von Kühnemann, von Stutzer und Goy und von Tjaden in Betracht. Kühnemann[4]) hat während 14 Tagen bis 3 Wochen zwei Schweinen, einem Hammel und einem Pferd chlormagnesiumhaltiges Futter (Magermilch und Schrot, Weizenkleie, Weizenschalen und Tränkwasser) gereicht. Die Schweine nahmen das mit Chlormagnesium versetzte Futter gern an und wurden dadurch nicht geschädigt, wenn der Salzzusatz täglich 16 g nicht überstieg; bei dem Hammel traten Gesundheitsstörungen nicht auf, selbst als die tägliche Gabe an Chlormagnesium 60 g erreichte. Das Pferd nahm 20 g des Salzes ohne Widerstreben auf, verweigerte aber höhere Gaben; dagegen konnten ihm bis zu 400 g täglich, mit dem Pulver der Althaeawurzel zu einer Latwerge vermengt, ohne Störung des Allgemeinbefindens eingegeben werden. Gegen diese Versuche ist eingewendet worden die zu geringe Anzahl der Versuchstiere, die zu kurze Dauer der Versuche und die Verfütterung des Chlormagnesiums in Form des reinen Salzes anstatt in Gestalt von Kaliendlauge.

Stutzer und Goy[5]) haben an 3 etwa 1 Jahr alten Hammeln Ausnutzungsversuche ausgeführt, indem sie den Tieren in 3 Perioden von je 9 Tagen unvermittelt ein Tränkwasser gaben, das 3000 mg/l Chlor enthielt, der Chlorgehalt setzte sich in der ersten Periode aus 2000 mg/l Chlor aus Kaliendlauge und 1000 mg/l Chlor aus Chlornatrium und in der zweiten Periode umgekehrt aus 2000 mg/l Chlor aus Chlornatrium und 1000 mg/l Chlor aus Kaliendlauge zusammen. Das Tränkwasser hatte im ersteren Falle eine Härte von 182°. Während in den beiden ersten Perioden

[1]) a. a. O. S. 575.
[2]) a. a. O. S. 584.
[3]) a. a. O. S. 300.
[4]) Journal für Landwirtschaft. 1897, S. 265 f.
[5]) Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen. Bd. 78, 1912, S. 233—246.

eine durch frühere Ausnutzungsversuche ermittelte Futtermenge verabfolgt wurde, wurde diese in einer dritten Periode reichlich bemessen, da Stutzer und Goy an den Versuchen von Tietze bemängeln, daß er seinen Tieren anfangs ein nicht genügendes Futter gereicht und daher bei ihnen Abnahmen des Lebendgewichtes gesehen habe. In der dritten Periode war das Tränkwasser das gleiche wie in der ersten. Die Versuchsergebnisse fassen Stutzer und Goy dahin zusammen, daß von einer ungünstigen Wirkung der in der Tränke gegebenen Salze, insonderheit von einer solchen des Chlormagnesiums im Vergleiche zum Chlornatrium nicht die Rede sein kann, und daß die Zunahme des Lebendgewichtes bei kräftiger Ernährung der Schafe nicht schlechter war, wenn sie einerseits Leitungswasser oder andererseits ein Tränkwasser mit 3000 mg/l Chlor bei 180 Härtegraden erhielten.

Tjaden[1]) verfolgte den Plan, an ganz jungen Tieren zu prüfen, wie sie sich einem mit Kaliendlaugen angereicherten Wasser gegenüber verhalten, indem er sich dabei von dem Gedanken leiten ließ, daß ein solches Wasser auch deshalb eine besondere Vorsicht in der Beurteilung verlange, weil es von einer beträchtlichen Anzahl von Kindern vom ersten Lebenstage an genossen wird. Da die Versuche an Kaninchen versagten, wurde mit 14 Tage bis 4 Wochen alten Gänsen, Hühnern und Enten experimentiert. Die Versuche an Gänsen wurden 8 Wochen lang durchgeführt und während dieser Zeit den Tieren gruppenweise Bremer Leitungswasser und durch Zusatz von Kaliendlauge auf 30, 50 und 100° angereichertes Trinkwasser verabreicht. Während der Versuchszeit befanden sich die Tiere aller 4 Gruppen wohl mit Ausnahme eines Kümmerers. Nach Ablauf des Versuchs hatten die nur mit Leitungswasser getränkten Tiere an Gewicht am meisten zugenommen. Ob dies aber auf diesen Umstand allein zurückzuführen ist, erscheint zweifelhaft, da das Gewicht der mit dem Wasser von 50° getränkten Tiere höher als das der mit Wasser von 30° getränkten Tiere war. Bei der Analyse und der pathologisch-anatomischen Untersuchung der Knochen der Tiere waren Unterschiede nicht festzustellen, ebensowenig bei der Zubereitung und beim Genusse des Fleisches. Die nämlichen Ergebnisse wurden bei den Hühnern erhalten. Bei den Enten war die Anzahl der Versuchstiere zu gering und es ging noch die Mehrzahl der Tiere im Verlaufe des Versuchs ein, so daß sich aus ihm keine Schlüsse ziehen lassen. Das Gesamtergebnis der Versuche ist jedenfalls nicht eindeutig; auch von Tjaden werden sie nur als Vorversuche betrachtet, die nachzuprüfen sein werden. Welches auch das Ergebnis dieser Nachprüfungen sein mag, man wird von solchen Versuchen an jungem Geflügel nicht ohne weiteres auf die Gesundheitsunzuträglichkeit eines schwach versalzenen Trinkwassers für Kinder schließen dürfen. Die Ausdeutung der Versuchsergebnisse wird vielmehr auf die Nutztiere beschränkt bleiben müssen.

Die Berichterstatter der Königl. Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene haben sich mit der Frage nach der duldbaren Versalzung des Tränkwassers im einzelnen nicht beschäftigt; sie äußern sich im allgemeinen nur dahin[2]), daß

---

[1]) Kali, 6. Jahrgang, 1912, Heft 24.
[2]) a. a. O. Heft 23, S. 272.

Bedenken hinsichtlich der Verwendung des Flußwassers als Tränkwasser für Weidevieh nicht zu erheben sind, sofern die Salzableitung in die Flüsse in der von ihnen vorgeschlagenen Art und Weise zur Durchführung gelangt, durch die vor allem die städtischen Trinkwassergewinnungsanlagen und die Einzelbrunnen vor einer nachteiligen Beeinflussung durch das Flußwasser bewahrt werden.

Aus den in der vorstehenden Zusammenstellung mitgeteilten Untersuchungen läßt sich, wenn auch die Zahl der untersuchten Tiere nicht sehr groß ist, doch wohl als Gesamtergebnis ableiten, daß die durch die Kaliendlaugen hervorgerufenen Versalzungsgrade der Flußwässer, wie sie praktisch vorkommen, das Wasser als Tränkwasser für Vieh nicht unbrauchbar machen, und daß das Vieh durch solches Wasser nicht geschädigt wird. Wo Schädigungen des Viehs durch Tränken mit Flußwasser, wie z. B. an der Unstrut, beobachtet worden sind, werden sie auf andere Ursachen, etwa auf das Vorkommen von organischen fäulnisfähigen Stoffen in dem Flußwasser, zurückzuführen sein.

3. Industrie.

Die Klagen über die durch die Kalifabrikabwässer verursachten gewerblichen Schäden beziehen sich vor allem auf die Verhärtung, die das Flußwasser durch die Einleitung der Endlaugen erfährt und die es deshalb als Kesselspeisewasser vermöge der Kesselsteinbildung mehr oder weniger ungeeignet macht. Ferner werden dem salzhaltigen Flußwasser Zerstörungen an den Wandungen und Armaturen der Dampfkessel, an Turbinenrädern, an den Schiffswandungen und dergleichen zur Last gelegt. Schließlich erheben die Zuckerfabriken, Brauereien, Papier- und Lederfabriken, Wäschereien, Färbereien, Porzellan- und Zementfabriken Beschwerde darüber, daß ihnen durch die Verhärtung und Versalzung des Flußwassers, auf dessen Verwendang nicht nur als Kesselspeisewasser, sondern auch als Betriebswasser sie angewiesen sind, erhebliche, zum Teil unerträgliche Schwierigkeiten erwachsen.

Der Reichs-Gesundheitsrat hat sich mit diesen Fragen bereits in seinem Gutachten über die Schunter, Oker und Aller beschäftigt[1]). Die Berichterstatter haben dabei den Standpunkt eingenommen, daß es nicht von der Hand zu weisen sei, daß manche der aufgezählten Gewerbebetriebe unter der damaligen Verunreinigung der drei Flüsse schon leiden und die Verhältnisse mit der Erweiterung der Chlorkaliumfabrikation für sie noch ungünstiger werden können. Die hygienischen Sachverständigen seien indessen nicht befugt, darüber ein Urteil abzugeben, in welchem Maße diese Schädigungen schon bestehen und sich künftig vergrößern werden. Es könne nur an Hand der technischen Literatur darauf hingewiesen werden, in welcher Richtung solche bei den einzelnen Gewerbebetrieben zu erwarten sind. Besonders eingehend wird die Literatur bezüglich der Verwendung des salzhaltigen Flußwassers zur Kesselspeisung erörtert und das Ergebnis dahin zusammengefaßt, daß die Ansichten, ob die Chloride, insbesondere das Chlormagnesium, zerstörend auf die Kesselwandungen wirken, geteilt seien, die Mehrzahl der Autoren neige aber dazu, daß dies der Fall sei; der Vorgang des Angriffs der Kesselbleche werde verschieden erklärt.

---

[1]) a. a. O. S. 100—106.

Was die Zuckerfabriken anbetreffe, so verlangten diese ein möglichst salzarmes Wasser, weil das Salz das Auskristallisieren des Zuckers hindert; der Zucker werde durch Einschluß von Salz minderwertiger, Chlormagnesium werde als Melassebildner gefürchtet.

Zum Gerben sei hartes, insbesondere an Chlorverbindungen reiches Wasser wenig geeignet, weil es die Haltbarkeit des Leders herabsetzt. Für Wäschereien sei das harte chlormagnesiumhaltige Wasser nachteilig, weil es einen größeren Seifenverbrauch bedingt oder, wenn es durch Entfernung des Magnesiums weich gemacht wird, Kosten verursacht. In Färbereien sei salzreiches Wasser nicht zu gebrauchen, weil manche Farben durch die Anwesenheit der Salze ihren Ton ändern und Stoffe, die von der Wäsche mit hartem Wasser her noch Magnesiumseife enthalten, sich fleckig anfärben.

In der Papierfabrikation erschwere das Chlormagnesium im Betriebswasser das Leimen des Papiers. Beim Brauen schließlich seien die Chloride nachteilig, weil sie das Quellen der Gerste ungünstig beeinflussen und die Ausbeute an Extrakt aus dem Sudprozeß herabsetzen. Indessen sei die Verwendung des Wassers aus der Schunter, Oker und Aller zum Bierbrauen überhaupt zu beanstanden, weil es außer durch die Kaliendlaugen noch durch ekelerregende Abwässer verunreinigt werde. Die Berichterstatter meinen, daß es Sache der technischen Sachverständigen sein wird, abzuschätzen, in welchem Maße diese Nachteile bei der Erweiterung des Betriebes in den Chlorkaliumfabriken sich vermehren. Es sei billig, daß die Chlorkaliumfabriken für diese Schäden oder für die zu ihrer Beseitigung geeigneten Maßnahmen aufzukommen haben, sei es durch Verfahren, welche das Flußwasser für den betreffenden Betrieb brauchbar machen, sei es durch Beschaffung anderen Betriebswassers.

Der Reichs-Gesundheitsrat hat seiner Ansicht dahin Ausdruck verliehen, daß er die durch die Gutachten festgestellte Verunreinigung des Wassers der drei Flüsse nicht nur in gesundheitlicher Hinsicht, sondern auch bezüglich seiner Verwendbarkeit zu gewerblichen Zwecken als eine erhebliche Verschlechterung des Wassers bezeichnet, der entgegengewirkt werden müsse. Zu diesem Zwecke hat er die bereits angeführten Höchstgrenzen für die Härte und den Chlorgehalt des Wassers der drei Flüsse festgesetzt, die offenbar auch hinsichtlich der Verwendung des Wassers zu gewerblichen Zwecken gelten sollen, da weitere besondere Bestimmungen hierüber in den Schlußsätzen nicht enthalten sind.

In dem Gutachten über die Wipper und Unstrut sind die Berichterstatter auf die Vorgänge, die sich bei der Verwendung versalzenen Flußwassers als Kesselspeisewasser zwischen dem in Lösung befindlichen Chlormagnesium und dem Eisen der Kesselwandungen abspielen, auf Grund der inzwischen darüber veröffentlichten Untersuchungen näher eingegangen [1]). Darnach kann von einem in jedem Falle schädlichen Einfluß des Chlormagnesiums nicht ohne weiteres gesprochen werden, sondern es kommt auf die sonstige Zusammensetzung des Wassers an, in dem das Chlormagnesium gelöst ist. Die lösende Wirkung des Chlormagnesiums auf das durch die Einwirkung von Wasser auf Eisen entstehende Eisenoxyduloxyd wird durch An-

[1]) a. a. O., Bd. 38, S. 73—76.

wesenheit von Calciumcarbonat sehr abgeschwächt; ist auf 4 Teile Chlormagnesium 1 Teil Calciumcarbonat vorhanden, so wird die Auflösung des Eisens vollständig verhindert, und die spezifische Schädigung der Kesselwandungen durch Chlormagnesium bleibt aus.

Ebenso darf auf Grund dieser Untersuchungen eine unmittelbare schädigende Wirkung eines mit Chlormagnesium verunreinigten Flußwassers auf die mit ihm in Berührung kommenden Eisenteile (Turbinen, eiserne Mühlräder, Schiffswandungen) nicht angenommen werden.

An industriellen Betrieben kommen an der Wipper und Unstrut nur Brauereien und Zuckerfabriken in Betracht. Für erstere, die allerdings auf ein weiches Wasser angewiesen sind, sei das Wasser der beiden Flüsse unbrauchbar, weil es durch Abgänge menschlicher und tierischer Wohnstätten verunreinigt ist, für letztere sei die Verwendung eines solchen Wassers zum mindesten unappetitlich. Abgesehen aber davon sei für die Rübenwäsche und Rübenschwämme ein salzreiches Wasser ebenso geeignet wie ein salzarmes; bei der Diffusion der Rübenschnitzel wirke Chlormagnesium im Wasser schädlich, aber nicht anders als die anderen Chloride auch, die alle als Melassebildner anzusehen sind. Außerdem stehe den Zuckerfabriken in den beim Betriebe sich ergebenden Fall-, Kondens- und Brüdenwässern salzfreies Wasser für die Diffusion in hinreichender Menge zur Verfügung, so daß die Beeinträchtigung der Zuckergewinnung durch Chlormagnesium enthaltendes Flußwasser nicht zu hoch eingeschätzt werden dürfe. Die Berichterstatter fassen sich an anderer Stelle dahin zusammen, daß bei Festsetzung der Höchstgrenze für die Gesamthärte des Wassers der beiden Flüsse von 50° eine erhebliche Schädigung industrieller Interessen nicht zu erwarten sein werde[1]). Der hierauf bezügliche Schlußsatz des Reichs-Gesundheitsrats lautet: „In dem Flußgebiet, auf das sich die bisherigen Untersuchungen erstreckt haben, wird zurzeit das Flußwasser zu gewerblichen Zwecken nicht in ausgedehntem Umfange verwendet, so daß hier erhebliche Schädigungen der Industrie durch die Einleitung der Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken einstweilen nicht in Frage kommen. Ob und inwieweit solche am Unterlauf der Unstrut und noch weiter unterhalb (an der Saale) verursacht werden, ist nicht ermittelt worden“[2]). Der Reichs-Gesundheitsrat hat also gegen die Grenze von 50 Härtegraden in vorliegendem Zusammenhang Einwendungen nicht erhoben.

Auch in dem Gutachten über die Ilm, Lossa und Saale ist auf die gewerblichen Schädigungen durch versalzenes Flußwasser eingegangen worden[3]). Bezüglich der Frage nach der Verschlechterung des Wassers zu Kesselspeisezwecken wird auf ein im Auftrage der Kaliindustrie im Jahre 1912 von Vogel und Schulze erstattetes Gutachten hingewiesen, in dem die einschlägigen Klagen als übertrieben bezeichnet werden.

Der Verein deutscher Papierfabrikanten hat in Eingaben an den Reichskanzler unter anderem darauf hingewiesen, daß die Beschaffenheit des Papiers, namentlich

[1]) a. a. O., S. 87.
[2]) Ebenda S. 105 f.
[3]) a. a. O., Bd. 44, S. 576—578.

seine Festigkeit und Farbe, durch Verwendung salzhaltiger Wässer Schaden erleidet. Der Verein deutscher Kaliinteressenten hat sich in Eingaben gegen diese Klagen gewandt. Die Berichterstatter sind der Meinung, daß die Prüfung dieser Behauptungen und Gegenbehauptungen besonderen Sachverständigen vorbehalten bleiben müsse, daß indessen, soweit sich die Sachlage beurteilen lasse, eine gleichmäßige Versalzung des Saalewassers bis zu 450 mg/l Chlor erhebliche Schädigungen für die Papierfabrikation nicht mit sich bringen werde.

Die deutsche Zuckerindustrie hat gegenüber den Ausführungen der Berichterstatter im Wipper-Unstrutgutachten erklärt, daß die Zuckerfabriken auf das Flußwasser nicht verzichten könnten und daß seine Verwendung nicht unappetitlich sei, weil der Zucker bis zu seiner Fertigstellung durchgreifend gereinigt werde. Der Verein der deutschen Kaliinteressenten wendet, gestützt auf ein Gutachten von Vogel, dagegen ein, daß bei Wiederbenutzung des Diffusionsabwassers der Bedarf der Diffusionsbatterie an Frischwasser außerordentlich gering wird und ungünstigenfalls ein Siebentel des gesamten Wasserbedarfs beträgt. Dies wird von der Zuckerindustrie wiederum bestritten. Die Berichterstatter glauben, daß bei einer gleichmäßigen, 450 mg/l Chlor nicht übersteigenden Versalzung des Saalewassers auch die Interessen der Zuckerindustrie gewahrt sind.

Sie berühren dann die Frage, ob die Ableitung der Endlaugen in die Vorflut die einzig mögliche Lösung der Beseitigung der Kaliabwässer bilde, und gehen auf einige Vorschläge zu einer andersartigen Beseitigung der Abwässer ein[1]). Die Herstellung von Chlormagnesium aus den Laugen oder deren Verwendung als Bekämpfungsmittel des Straßenstaubes wird als praktisch belanglos erklärt. Das Verfahren von Kayser, aus dem Steinsalz in den Chlorkaliumfabriken billig Siedesalz herzustellen und den dabei abfallenden Gewinn zu benützen, um die durch das Eindampfen der Endlaugen entstehenden Kosten auszugleichen, begegnet erheblichen Zweifeln, ob es praktisch ausführbar und wirtschaftlich sein würde. Zur Verwertung der Endlaugen als Bergversatz ist von Mehner der Vorschlag gemacht worden, dem Versatzmaterial, wie Asche, Sand, Fabrikrückstände und dergleichen, festes Chlormagnesiumsalz von der Formel $MgCl_2 + 4H_2O$ zuzusetzen und das Gemisch mit soviel Endlauge in die Grube zu spülen, daß Endlauge und festes Magnesiumsalz zu dem gleichfalls festen Magnesiumsalz $MgCl_2 + 6H_2O$ abbinden. Das Salz $MgCl_2 + 4H_2O$ soll durch Eindampfen der Endlauge gewonnen werden. Auch dieser Vorschlag scheint an praktischen Schwierigkeiten zu scheitern. Schließlich erwähnen die Berichterstatter den Plan, die Endlaugen in einem Kanal dem Meere zuzuleiten; derselbe scheint in der Zwischenzeit aber der hohen Kosten wegen, die seine Ausführung verursachen würde, wieder aufgegeben zu sein.

Der Reichs-Gesundheitsrat hat in diesem Gutachten sein Urteil dahin abgegeben, daß er eine Entscheidung darüber, ob die industrielle Verwendbarkeit des Flußwassers durch seine Versalzung in einem das herkömmliche Maß übersteigenden Grade herabgesetzt werde, nicht zu treffen vermöge, da die vorliegenden Untersuchungen über

[1]) a. a. O., Bd. 44, S. 580—582.

das Maß der Versalzung, bei dem die Schädigungen unerträglich werden, zur Beurteilung dieser Frage nicht ausreichen [1]).

In dem ersten Teil des Wesergutachtens schließlich äußert sich der Berichterstatter folgendermaßen: „Die Prüfung der Brauchbarkeit eines mit Kaliendlaugen versetzten Wassers für die Kesselspeisung und für gewerbliche Zwecke soll im Verein mit Sachverständigen auf diesem Sondergebiet für später vorbehalten bleiben. Die Angabe, daß solches Wasser durch seinen Chlor- und Härtegehalt für die Kesselspeisung und für gewisse Industriezweige, wie Brauereien, Zuckerfabriken, Gerbereien, Färbereien, Papierfabriken, weniger geeignet oder unbrauchbar werde, wird von anderer Seite ganz oder teilweise bestritten. Auch hier liegen die Dinge so, daß bei Berücksichtigung der Forderungen, denen das Wasser zu genügen hat, um als gutes Trink- und Haushaltswasser dienen zu können, die gewerblichen Interessen ebenfalls mit geschützt sein werden" [2]).

Das Gesundheitsamt ist inzwischen auch in eine systematische Bearbeitung der vorstehend erörterten Fragen eingetreten und hat zunächst eine eingehende Umfrage bei sämtlichen in Betracht kommenden Bundesstaaten über die von gewerblichen und industriellen Betrieben nicht nur des Weser-, sondern auch des Elbstromgebiets beklagten Mißstände veranstaltet. Das eingegangene Material ist einstweilen gesichtet und geordnet worden, um zu gelegener Zeit als Grundlage bei der Ausarbeitung entsprechender Arbeitspläne zu dienen. Einer derselben, der die Untersuchung der Schädlichkeit Kaliendlaugen enthaltenden Flußwassers für Dampfkessel und Eisenteile (Turbinenräder, Schiffswandungen) betrifft, ist bereits auf Grund einer im Gesundheitsamt Ende 1916 unter Zuziehung technischer Sachverständiger abgehaltenen Besprechung von dem Königlich Preußischen Material-Prüfungsamt in Berlin-Dahlem im einzelnen ausgearbeitet, seine Ausführung bisher aber ebenso wie die oben erwähnten systematischen Untersuchungen über die etwaigen Benachteiligungen der Fischerei und der Landwirtschaft durch die mit dem Krieg verbundene Entwickelung der Verhältnisse behindert worden. Der Fortgang dieser Arbeiten wird erst nach Kriegsschluß möglich sein. Die übrigen Arbeitspläne harren noch ihrer Aufstellung.

Auch in den Gutachten der Königl. Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene über die Beseitigung der Kaliabwässer, vornehmlich in dem über die Ableitung von Kaliendlaugen in die Leine und Innerste, wird die Frage der Schädlichkeit dieser Abwässer für gewerbliche Betriebe eingehend behandelt [3]). Im Gebiete dieser beiden Flüsse liegen Papierfabriken, Wollkämmereien, Spinnereien und Webereien, Wäschereien, Gerbereien, Brauereien sowie Zuckerfabriken, die auf das Flußwasser angewiesen sind.

Nach den Berichterstattern der Landesanstalt besteht die Schädlichkeit der Chloride, also auch des Chlormagnesiums, wenn sie in einem Kesselspeisewasser ent-

---

[1]) a. a. O., Bd. 44, S. 584.
[2]) a. a. O., Bd. 50, S. 300.
[3]) a. a. O. Heft 21, S. 102, 184—186, 172; Heft 22, S. 98; Heft 23, S. 178—192, 216—232, 246, 273—276.

halten sind, darin, daß sie als Sauerstoffüberträger und Metallangriffsmittel wirken können. Je mehr schützende Karbonathärte und je weniger sonstige Härtebildner im Wasser vorhanden sind, um so weniger schädlich wirken die Chloride; daher wirkt Chlormagnesium schädlicher als Kochsalz, weil es zugleich Härtebildner ist. Als Chlorhöchstgrenze, bei der ein Schaden im allgemeinen noch nicht zu erwarten steht, sehen sie 250 bis 350 bis 500 mg/l Chlor an, wobei die niedrigeren Zahlen für carbonatarme Flußwässer gelten sollen. Obwohl durch die Wasserreinigung das Chlor aus dem Wasser nicht entfernt wird, empfiehlt sich doch die Enthärtung des Wassers durch Kalk und Soda, weil die an Stelle des Chlormagnesiums entstehende äquivalente Chlornatriummenge weniger schädlich wirkt. Nach den Berichterstattern können Kochsalzmengen, die bis zu mehreren Grammen im Liter betragen können, in einem Kesselspeisewasser enthalten sein, ohne Schaden zu verursachen. Die tatsächlichen Feststellungen in den Gewerbebetrieben an der Leine, Innerste und an der Unterweser ergaben, daß an Kesselblechen und Kesselausrüstungsstücken sich zeigende Schäden mit der derzeitigen Ableitung der Kaliabwässer sich nicht ohne weiteres in Verbindung bringen lassen. Die Härte des Flußwassers wird durch Zuführung der Kaliabwässer aber erhöht, und jeder Grad künstlichen Härtezuwachses erfordert bei der Enthärtung des Wassers Kosten nicht nur in Form der Zuschläge an Kalk und Soda, sondern auch in Gestalt der Aufwendungen für die Errichtung und den Betrieb der Enthärtungsanlagen. Die Berichterstatter gehen auf diese Kostenfrage sehr ausführlich ein und sind der Ansicht, daß den betroffenen Industrien ein Recht auf Entschädigung zusteht, sobald das erträgliche Maß der Versalzung eines Flußwassers überschritten wird.

In der Papierfabrikation wird wesentlich das Leimen des Papiers durch die Kaliendlaugen beeinflußt, insofern die in ihnen enthaltenen Chloride und Sulfate der Erdalkalien sich mit dem angewandten Harzleim umsetzen. Außerdem wird in der Papierfabrikation die wasseranziehende Eigenschaft des Chlormagnesiums gefürchtet. Dagegen sind andere Schäden der Papierfabrikation, wie die Mißfärbung und die Fleckenbildung des Papiers, nicht auf die Versalzung der Vorflut zurückzuführen. Den Schädigungen, soweit sie auf der Versalzung des Flußwassers durch Kaliabwässer beruhen, kann durch Enthärtung des Wassers und vor allem dadurch begegnet werden, daß die Versalzung sowohl im Sommer wie im Winter gleichmäßig gestaltet wird, damit das als zweckmäßig ausgeprobte Enthärtungsverfahren ständig angewendet werden kann und nicht einer wechselnden Versalzung stets erneut angepaßt werden muß.

Die Webstoffbetriebe, namentlich die Wollkämmereien und Wäschereien, bedürfen eines weichen Fabrikationswassers, weil ein hartes Wasser Seife ausscheidend wirkt, indem sich unlösliche Kalk- und Magnesiaseifen bilden. Auch ein enthärtetes Wasser, das aber große Mengen an Chloriden enthält, kann die Seife aussalzen und daher ebenfalls Seifenverluste herbeiführen. Doch ist bei den Chlormengen, wie sie in Leine und Weser vorkommen, ein solcher Verlust nicht anzunehmen, und die Schädigungen in Wollkämmereien und Wäschereien können daher durch eine sachgemäße Enthärtung des Flußwassers allerdings unter entsprechendem Kostenaufwand verhütet werden.

Bezüglich der Gerbereien haben die Berichterstatter eigene abschließende Erfahrungen nicht gesammelt; sie verweisen auf die einschlägige Literatur und namentlich auf ein von Dunbar erstattetes Gutachten[1]), nach dem der an der oberen Aller zugelassene Versalzungsgrad von 45° Härte und 450 mg/l Chlor ausreichend ist, das Flußwasser für Gerbereizwecke unbrauchbar zu machen. Das Leder büßt vor allem an Widerstandsfähigkeit ein. Dunbar kommt auf Grund seiner Versuche zu dem Schluß, „daß selbst ein verhältnismäßig sehr geringer Versalzungsgrad des Allerwassers durch Kaliabwässer genügt, um es sowohl für die Vorbehandlung der Häute, als auch für die eigentliche Gerbung des Leders unbrauchbar zu machen". Die Berichterstatter der Landesanstalt für Wasserhygiene sind daher der Ansicht, daß hinsichtlich des Versalzungsgrades an ein für die Lederfabrikation geeignetes Wasser die nämlichen Anforderungen wie an ein Wasser zu stellen seien, das noch für Trink- und Haushaltungszwecke gut brauchbar ist.

Zu demselben Ergebnis gelangen sie in Übereinstimmung mit Lintner bezüglich der duldbaren Versalzung des Brauwassers. Dieser faßt in einem anfangs 1917 erstatteten Gutachten seine Versuche dahin zusammen, daß eine durch Chlormagnesium bewirkte Zusatzhärte von 20° und 250 mg/l Chlor keinen ungünstigen Einfluß auf den Maischprozeß und die Beschaffenheit der Würze ausübt.

Bei den Zuckerfabriken ist zwischen den Rohzuckerfabriken und den Raffinerien zu unterscheiden. Beiden steht in dem Kondenswasser ein Hilfsmittel zum Verdünnen des Flußwassers zur Verfügung. Da die Chloride als Melassebildung befördernde Stoffe hinter den Nitraten, Sulfaten und Alkalibicarbonaten zurücktreten, so wirken die Kaliendlaugen in dieser Hinsicht nicht übermäßig störend. Die Interessen der Rohzuckerfabriken erscheinen hinlänglich geschützt, wenn das Wasser der Vorflut sich in seiner Versalzung innerhalb der für ein Trinkwasser gebotenen Grenzen hält. Das gleiche dürfte auch bei den Raffinerien gelten. Bei diesen wirkt die Anwesenheit von Kaliendlaugen im Betriebswasser insofern schädlich, als sie vermöge ihres Gehaltes an Sulfaten und Chloriden Verluste an Strontian bei der Einwirkung des Strontians auf die Melasselösung als auch bei der Wiedergewinnung des Strontians bedingen. Das Betriebswasser muß unter Umständen, übrigens auch für den Kristallisationsbetrieb, enthärtet werden, was mit Kosten verknüpft ist.

III. Schlußfolgerungen aus Abschnitt II.

1. Zur Frage der Schädlichkeit der Kaliendlaugen für die Fischerei haben die angeführten zahlreichen Untersuchungen einwandfrei ergeben, daß unter den obwaltenden praktischen Verhältnissen von einer schädigenden Wirkung nicht gesprochen werden kann. Sowohl die Fische selbst als auch die zu ihrer Nahrung dienende Mikrofauna und Mikroflora ertragen weit höhere Härte- und Versalzungsgrade, als sie in den Flußläufen, denen Kaliabwässer zugeleitet werden, praktisch vorkommen. Das Selbstreinigungsvermögen des Flußwassers, seine Fähigkeit zur Zerstörung fäulnisfähiger organischer Stoffe, das Organismenleben, darunter zahlreiche

[1]) Gesundheitsingenieur 38. Jahrgang. 1915, S. 501 und 517.

sauerstofferzeugende Pflanzen, wie auch das Fischleben, das Wachstum der Fische und die Beschaffenheit des Fischfleisches waren in Gewässern nicht geschädigt, in denen bis zu 110 Härtegraden und 2000 mg/l Chlor festgestellt wurden.

Wo Schädigungen des Fisch- und Organismenlebens in Flußläufen beobachtet wurden, konnten sie auf den Einfluß organischer, Sauerstoff zehrender Abwässer, namentlich solcher aus Zuckerfabriken, zurückgeführt werden. Die Frage der Schädlichkeit der Kaliendlaugen für die Fischerei scheidet daher wohl für alle Kaliabwässer aufnehmenden Flußläufe, deren Gehalt an diesen Abwässern aus den sonstigen einschlägigen Gründen begrenzt und geregelt ist, aus.

2. Bezüglich der Frage der Schädlichkeit der Kaliendlaugen für die Landwirtschaft stimmen die Gutachter darin überein, daß Schädigungen der Wiesenflora und des Feldbaues durch diese Abwässer, sei es durch chemische Veränderung des Bodens, sei es durch Schädigung der Pflanzen selbst oder durch vorzeitige Niederschlagung der Schlickstoffe, möglich sind, namentlich wenn Flußläufe, die solche Abwässer enthalten, die Gelände überfluten und nach dem Zurücktreten des Flußwassers Wassertümpel zurückbleiben, in denen sich das Salz bei fortschreitender Verdunstung des Wassers anreichert. Aber weder am Uferrand der Unstrut noch im Leinegebiet konnten bisher Schadenwirkungen beobachtet werden, die sich mit Sicherheit auf den Einfluß der Kaliendlaugen hätten zurückführen lassen. Nach König liegt die Schädlichkeitsgrenze für Wiesen- und Ackergelände namentlich im Hinblick auf die Veränderung, die der Boden durch die Einwirkung der Abwassersalze erleiden kann, bei einem Gehalt des Wassers von 500 mg/l Chloriden und 700 mg/l Chloriden + Sulfaten. Diese Grenzwerte sind neuerdings von Haselhoff und von Nolte nachdrücklich vertreten worden, und auch die Berichterstatter der Königl. Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene haben sich ihnen angeschlossen, während Orth sich geneigt zeigte, einen Salzgehalt bis zu 750 mg/l zuzulassen. Der Reichs-Gesundheitsrat hat in seinen verschiedenen Gutachten Grenzen bis zu 50 Härtegraden und 450 mg/l Chlor als duldbar erklärt. Im Gegensatz zu diesen Werten, die nicht wesentlich voneinander abweichen, stehen die Versuchsergebnisse von Stutzer und Haupt, die Schädigungen bei einem Gehalt des Rieselwassers bis zu 2,5 g/l Chlor, entsprechend 3,3 g/l Chlormagnesium und 196 Härtegraden, nicht beobachten konnten. Da diese Ergebnisse aber mit guten Gründen bestritten worden sind, so werden sie vorläufig außer Betracht bleiben müssen.

Soviel aber geht aus den bisherigen Untersuchungen und Gutachten hervor, daß die Grenzwerte von 20 Härtegraden und 250 mg/l Chlor, wie sie für das Weserwasser bei Bremen festgesetzt wurden, Schädigungen landwirtschaftlicher Kulturen durch Kaliendlaugen enthaltendes Flußwasser nicht im Gefolge haben werden.

Die Frage der Schädlichkeit der Kaliendlaugen beim Tränken von Nutzvieh darf durch die vorliegenden Untersuchungen wohl als dahin entschieden betrachtet werden, daß eine Gefahr für das Tränkvieh unter den obwaltenden tatsächlichen Verhältnissen nicht anzunehmen ist. Die den Tränkversuchen unterworfenen Tiere haben ausnahmslos höhere Salzgehalte in dem ihnen gereichten Wasser vertragen, als sie in den versalzenen Flußwässern angetroffen werden.

3. Zur Frage der Schädlichkeit der Kaliendlaugen für die Industrie lassen sich aus den im II. Abschnitt unter Ziffer 3 besprochenen Gutachten nachstehende Schlußfolgerungen ableiten. Unbedingt geschützt in ihrem eigentlichen Fabrikationsbetriebe sind Zuckerfabriken, Brauereien und Mälzereien, wenn das versalzene Flußwasser, das sie als Betriebswasser benutzen, hinsichtlich seiner Härte und seines Chlorgehalts den Anforderungen entspricht, die an ein brauchbares Trink- und Haushaltswasser zu stellen sind. In der Papierfabrikation, den Wollkämmereien und in den Wäschereien kann es unter Umständen notwendig sein, ein diesen Anforderungen genügendes Wasser noch zu enthärten. Unter dieser Bedingung und wenn dafür gesorgt wird, daß die Versalzung gleichmäßig bleibt und sich nicht sprunghaft ändert, können auch diese Fabriken mit einem in den angegebenen Grenzen versalzenen Flußwasser auskommen. Denn der Gehalt an Chloriden in einem solchen Wasser wird nicht so hoch sein, daß es nach erfolgter Enthärtung Mengen an Chlornatrium enthält, welche auf die Seife aussalzend einwirken können. Der Reichs-Gesundheitsrat hat in seinen verschiedenen Gutachten eine Verhärtung des Flußwassers bis zu 50 Härtegraden und einen Chlorgehalt bis zu 450 mg/l im Hinblick auf die Verwendung des Wassers für industrielle Zwecke noch für zulässig erklärt unter der Voraussetzung, daß die Versalzung des Wassers gleichmäßig bleibt. Eine Ausnahme scheint für die Gerbereien gemacht werden zu müssen, die nach den Untersuchungen von Dunbar auf ein sehr weiches Wasser angewiesen sind. Wollte man aber die Anforderungen, die die Gerbereien und Lederfabriken an die Beschaffenheit ihres Betriebswassers stellen, zur ausschlaggebenden Grundlage für die Beurteilung der Zulässigkeit der Einleitung von Kaliabwässern in die Flußläufe machen, so würde man damit die bisherige Beurteilungsgrundlage völlig verschieben. Es würden dann nicht mehr die hygienischen Gesichtspunkte, sondern die Rücksicht auf die Bedürfnisse jener gewerblichen Betriebe dafür von entscheidender Bedeutung sein. Dagegen wird es nicht mehr als recht und billig sein, daß die Betriebe der Lederfabrikation, die mit dem Wasser der Weser und ihrer Zubringerflüsse arbeiten, eine Entschädigung durch die Kaliindustrie für die Nachteile erhalten, die ihnen aus der Versalzung der Flußläufe durch Kaliabwässer nachweislich erwachsen. Im Streitfalle wird die Entscheidung darüber auf dem Rechtswege herbeizuführen sein. Was schließlich die Schädlichkeit versalzenen Flußwassers bei seiner Verwendung als Kesselspeisewasser anlangt, so liegen die dafür angegebenen Grenzwerte von 250—500 mg/l Chlor, bei denen je nach dem Carbonatgehalt des Wassers ein Angriff auf die Eisenteile des Kessels noch nicht zu befürchten ist, so, daß ihnen durch die für ein Trinkwasser festgesetzten Chlorwerte, wie auch durch den vom Reichs-Gesundheitsrat noch für zulässig erachteten Chlorwert von 450 mg/l noch genügt wird. Dazu kommt, daß jene Werte noch umstritten sind und der Chlorgehalt bei der Enthärtung des Wassers in seiner Wirkung herabgesetzt wird, insofern das Chlormagnesium dabei in Chlornatrium übergeführt wird. Andererseits verursacht jeder Härtegrad, der über der für den betreffenden Kessel zulässigen Härtegrenze liegt, wofür etwa 8—15° als Höchstwerte angegeben werden, durch die dadurch erforderte Enthärtung des Wassers Kosten, die in dem Maße zu Lasten der Kaliendlaugen gehen, als durch sie der Härtezuwachs bedingt ist.

4. Im ganzen genommen geht aus den vorstehenden Ausführungen hervor, daß die Erfahrungen, die auf den erörterten Gebieten gegenwärtig zur Verfügung stehen, so lückenhaft sie auch teilweise noch sind, dennoch ausreichen, um auch die zweite vom Bremer Senat gestellte Frage, „ob und mit welchen Mitteln die Nachteile verhütet werden können, welche die Kaliindustrie den auf die Benützung der Flußwässer angewiesenen Interessentenkreisen zufügt“, in einem für die praktischen Erfordernisse genügenden Maße ihrer Lösung entgegenzuführen, wenn sie damit auch noch nicht in allen Einzelheiten beantwortet wird.

Dazu kommt, daß die Erstattung des 2. Teiles des Wassergutachtens aus den folgenden Gründen nunmehr zu einer unabweisbaren Notwendigkeit geworden ist. Wie in der Einleitung des 1. Teiles des Gutachtens auseinandergesetzt wurde, hat der Bremische Senat auf Grund der Ziffer II des Bundesratsbeschlusses vom 25. April 1901 [1]) beantragt, daß die Entscheidung über die Abwasserbeseitigung für alle Kaliwerke, welche ihre Endlaugen in die Weser oder deren Nebenflüsse ableiten wollen, soweit damit eine Vermehrung der abzuführenden Endlaugen verbunden ist, ausgesetzt bleibt, bis das vom Bremischen Senat erforderte Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats vorliegt. Konnten sich die beteiligten Kreise im Weserstromgebiet einer solchen Beschränkung anfangs wohl fügen, zumal infolge des Krieges die Kalisalzerzeugung stark zurückgegangen war, so mußte sie zu Unzuträglichkeiten führen, sobald sich das Gutachten über Erwarten hinaus verzögerte. Im Laufe der inzwischen verflossenen Jahre haben sich die Gesuche um Verleihung der Berechtigung zur Abführung von Kaliendlaugen in die Flußläufe des Wesergebiets angehäuft, deren Bescheidung aus wirtschaftlichen Gründen nicht auf unbestimmte Zeit ausgesetzt bleiben kann, und es ist anzunehmen, daß sich nach Beendigung des Krieges solche Gesuche noch mehren werden. Es kommt weiter in Betracht, daß sich die Jahresverarbeitung an Carnallit im Wesergebiet von 9,77 Millionen dz im Jahre 1914 auf 11,14 Millionen dz im Jahre 1916 wieder gehoben hat und die Kaliindustrie ihre Vorbereitungen zu einer Übergangs- und Friedenswirtschaft treffen muß. Auch ist nicht zu übersehen, daß sich die Schwierigkeiten der Entscheidung über die vorliegenden Gesuche um Erteilung der Erlaubnis zum Betriebe von Kaliwerken und zur Ableitung ihrer Abwässer für die beteiligten Landesbehörden in steigendem Maße vermehren, je höher stromaufwärts die Werke liegen, weil mit der wachsenden Entfernung der Einleitungsstelle des Abwassers von der Entnahmestelle des Weserwassers für Bremen der Einfluß schwieriger zu bemessen ist, den die einzelne Ableitung von Kaliabwässern auf Härtegrad und Chlorgehalt des Weserwassers bei Bremen ausübt. Infolgedessen nimmt der allseitige Wunsch nach näheren Angaben über Mittel und Wege, wie die Interessen der Kaliindustrie und jene der übrigen Kreise, die auf die Benutzung des Weserwassers als Trink- oder Nutzungswasser angewiesen sind, einen Ausgleich finden können, immer dringlichere Formen an. Der Reichs-Gesundheitsrat konnte sich der Erkenntnis nicht verschließen, daß diese Wünsche berechtigt sind. Er hat deshalb in Vorliegendem das zweite abschließende Teilgutachten erstattet, in dem ergänzend

[1]) Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamts 1901, S. 506.

zu dem Beschluß im ersten Gutachten, wonach das Weserwasser bei Bremen nicht über 20 Härtegrade und 250 mg/l Chlor versalzen sein darf, für die wesentlich in Betracht kommenden Wasserläufe des Wesergebiets die Grenzen für Härte- und Chlorgehalt angegeben sind, die an maßgebenden Stellen dieser Flüsse nicht überschritten werden dürfen. Zugleich sind diejenigen Maßnahmen — gleichmäßige Ableitung der Abwässer nach Maßgabe der jeweiligen Wasserführung der Flüsse, Anlage und Größe der Aufhaltebecken für die Kaliendlauge, Einrichtung einer Überwachung der Abwässer-Einleitung — erörtert, die geeignet erscheinen, um die Innehaltung dieser Grenzen sicher zu stellen. Auf Grund dieser Angaben werden die zuständigen Behörden in der Lage sein, für die einzelnen Werke festzusetzen, wieviel Kalirohsalze sie verarbeiten, welche Menge an Abwässern sie dem Vorfluter zuführen dürfen und wie groß die Aufhaltebecken sein müssen, die sie anzulegen haben, um die Ableitung der in ihrem Betriebe anfallenden Abwässer mit der jeweiligen Wasserführung des Vorfluters in Einklang zu setzen.

Es dürfte damit eine Grundlage geschaffen sein, vermöge deren die Interessen aller Beteiligten soweit, wie dies bei ihrem Widerstreit erwartet werden kann, für die absehbare Zukunft geschützt sein werden.

Bevor auf die Berechnungen näher eingegangen wird, die die Unterlagen für die oben angegebenen Maßnahmen bilden, ist es notwendig, noch die Einwände zu erörtern, die gegen die im ersten Teilgutachten für das Weserwasser bei Bremen festgesetzten Grenzen für Härte und Chlorgehalt erhoben worden sind. Nächstdem werden noch zwei Vorfragen zu besprechen sein, die für die Mengen an Abwassersalzen von Wichtigkeit sind, mit denen im Weserwasser bei Bremen bei einer gegebenen Menge an verarbeiteten Rohsalzen gerechnet werden muß. Es bedarf der Prüfung, welche Mengen an Abwasser bei der Verarbeitung von 1000 dz Carnallit entstehen, und ob die durch die Kaliabwässer in das Flußwasser gelangten anorganischen Stoffe, insbesondere des Magnesium, zu einem Teil wieder aus dem Wasser verschwinden. Es leuchtet ein, daß die Feststellung dieser beiden Fragen für die Beschaffenheit des Weserwassers, wie sie bei Bremen anzunehmen ist, von erheblicher Bedeutung ist.

IV. Einwände gegen die vom Reichs-Gesundheitsrat für das Weserwasser festgesetzten Grenzen für Härte und Chlorgehalt.

In einer im Zentralblatt der Bauverwaltung[1]) veröffentlichten Abhandlung, wie auch in einer ausführlichen Denkschrift[2]) hat Keller beanstandet, daß bei der in dem ersten Teilgutachten vom Reichs-Gesundheitsrat vorgenommenen Grenzfestsetzung für die Kaliabwässer-Einleitung in die Weser die Werte für die natürliche Härte des Weserwassers zu niedrig angenommen seien. Diese betrügen nicht, wie dort angegeben sei, 8—10° und nur selten bis 12°; vielmehr habe das Weserwasser, wie sich bei Nachprüfung der von Professor Janke herrührenden grundlegenden Analysen ergeben

[1]) „Die neuzeitliche Zunahme der natürlichen Härte des Weserwassers". Zentralblatt der Bauverwaltung, 37. Jahrgang, 1917, Nr. 49, S. 313 f.

[2]) „Die einheitliche Bewirtschaftung der Kaliabwässer-Einleitungen im Wesergebiet". Berlin 1917 bei Mittler und Sohn.

habe, in den 80er Jahren eine natürliche Härte von meistens 12—9,5° besessen, die bei größeren Abflußmengen bis weit unter 8° herabging. Da der Reichs-Gesundheitsrat einen Härtezuwachs von 10°, im ungünstigen Falle von 12° in Gestalt von Kaliendlaugen als zulässig befunden habe, so hätte seine Schlußfolgerung lauten müssen, daß bei kleinen und mittleren Abflußmengen eine Verhärtung um 10° allenfalls bis zu 22° unbedenklich sei, während bei großen Abflußmengen eine Verhärtung um 12°, wenigstens bis zur Gesamthärte von 20° geduldet werden könne.

Hierzu ist folgendes zu bemerken. Die Frage, welche von den Analysen Jankes über die Beschaffenheit des Weserwassers in den 80er Jahren, als die Weser noch frei von Kaliabwässer-Zuflüssen war, für die Beurteilung der Zusammensetzung des endlaugenfreien Weserwassers herangezogen werden können, ist im VII. Abschnitt dieses Gutachtens unter Ziffer 9 ausführlich erörtert worden. Darnach kommen hierfür nur die ersten 15 in der 16. Übersicht (S. 369) aufgeführten Analysen in Betracht. Aus ihnen ergibt sich als Mittelwert für die natürliche Gesamthärte des Weserwassers der Wert 10,29°. Bei 12 von diesen Analysen sind die Pegelstände angegeben. Faßt man von diesen die Analysen, die bei annähernd gleichen Wasserständen ausgeführt sind, zusammen, so ergeben sich als Mittelwerte für die Gesamthärte bei niederen (3 Analysen), mittleren (4 Analysen) und hohen (5 Analysen) Wasserständen die Werte 11,85°, 10,71° und 8,91°. Aus diesen 3 Zahlen berechnet sich als Mittelwert für die Gesamthärte der Wert 10,49°. Daher war es berechtigt, den Mittelwert von rund 10° für die natürliche Gesamthärte des Weserwassers der überschläglichen Berechnung im ersten Teilgutachten zu Grunde zu legen.

Dagegen erweist sich der von Keller für die gewöhnliche Abflußmenge angenommene Wert für die Gesamthärte von 9,5° als etwas zu niedrig, er muß auf 10,3° erhöht werden.

Weiterhin ist von Keller der Einwand erhoben, daß die Annahme, die natürliche Calciumhärte des Weserwssers sei jetzt noch die gleiche, wie in den Jahren 1882 bis 1884, als Janke seine Analysen ausführte, nicht zutreffe; diese Härte habe vielmehr um 1,9 — 2° zugenommen. Auch die natürliche Magnesiumhärte habe eine Vermehrung um 0,5 — 0,6° erfahren. Diese Erscheinung sei auf die gesteigerte Anwendung der künstlichen Düngesalze in der Landwirtschaft zurückzuführen. Dadurch würden die Bodenbestandteile aufgeschlossen und gelangten, namentlich das Calcium, in vermehrter Menge in das Grundwasser und damit in die Flüsse. Wenn man den eingetretenen natürlichen Härtezuwachs von zusammen 2,5° berücksichtige, müsse die für das Weserwasser bei Bremen im ersten Teilgutachten beschlossene Härtegrenze auf 22° erhöht werden. Zur Begründung dieser Auffassung wird von Keller auf Seite 10 seiner Denkschrift zunächst folgendes angeführt. „Abgesehen von den vollständigen Untersuchungen (des Weserwassers), hat das Bremische Staatslaboratorium seit 1885 regelmäßig die Härte und den Chorgehalt des Leitungswassers mehrmals im Monat ermittelt. Der durchschnittliche Härtegrad belief sich in den 80er Jahren auf 8—10, dagegen am Ende der Untersuchungszeit auf 10—12°, obgleich die bis 1901 eingetretene Verhärtung durch Kaliabwasser-Einleitungen durchschnittlich höchstens 0,8° betragen haben kann. Denn die Carnallit-Jahresverarbeitung

im ganzen Wesergebiet, die 1894 begonnen hat, war 1901 erst auf wenig über 5 Millionen dz angewachsen. Es muß also noch eine andere Ursache für die Härtezunahme vorhanden sein, die von der Kaliindustrie unabhängig ist".

Die Unterlagen, auf die Keller sich hier bezieht, sind die Ergebnisse der Untersuchungen des Bremischen Leitungswassers, die von Janke von 1877—1901 zuerst unregelmäßig, vom Jahre 1885 ab regelmäßig ausgeführt worden sind[1]). Von 1877 bis 1879 wurde nur der Kaliumpermanganatverbrauch des Wassers festgestellt. Im Jahre 1880 findet sich eine im Januar vorgenommene Härtebestimmung des Wassers, im Jahre 1881 werden 5 Bestimmungen der Härte, je eine in den Monaten Februar und Mai und drei im Dezember, angeführt, 1882 wird nur das Mittel von 2 Bestimmungen vom Dezember mitgeteilt, 1883 fallen je eine Bestimmung in die Monate Februar, März, Mai, Juli, August und 1884 zwei und eine in die Monate Oktober und Dezember. Von 1885—1901 wurde dagegen für jeden Monat die Härte in einer geringen Zahl von Proben (1—5) ermittelt. Angaben über das zur Härtebestimmung angewendete Verfahren werden jedoch nicht gemacht, Kalk- und Magnesiabestimmungen sind nicht ausgeführt worden, endlich fehlen auch Angaben über die Tage der Probenahme und über die jeweilige Wasserführung. Das Material ist daher für die Beurteilung der Härte des Weserwassers in dem angegebenen Zeitraum und für die Berechnung eines maßgebenden Mittelwerts für die Härte kaum geeignet und deshalb in dem vorliegenden Gutachten unberücksichtigt geblieben. Da von Keller aber darauf Bezug genommen worden ist, soll es an dieser Stelle einer kurzen Prüfung unterzogen werden.

Nachstehend sind daher die Jahresmittelwerte zusammengestellt, die sich auf Grund des oben beschriebenen Materials für die natürliche Gesamthärte des Weserwassers in den Jahren 1880—1901 berechnen. Zugleich ist jedesmal der höchste Wert angeführt, der in dem betreffenden Jahr beobachtet wurde. Janke hat die Härtewerte in französischen Graden angegeben. Da ein französischer Härtegrad 10 mg Calciumcarbonat ($CaCO_3$, Molekulargewicht 100,07) entspricht, während 1 deutscher Härtegrad gleich 10 mg Kalk (CaO, Molekulargewicht 56,07) ist, so entspricht einem französischen Härtegrad $\frac{56,07}{100,07} = 0,56$ deutscher Härtegrad. Die französischen Härtegrade müssen also durch Multiplikation mit 0,56 in deutsche Grade umgerechnet werden. Dies ist in der nachfolgenden Zusammenstellung (S. 273) geschehen.

Die nachstehenden Zahlen lassen jedenfalls den Schluß zu, daß von einer Zunahme der natürlichen Härte des Weserwassers bis zum Jahre 1899 nicht gesprochen werden kann; vielmehr ergeben sich am Ende der 90er Jahre noch die nämlichen Härtewerte wie am Anfang der 80er Jahre. Dagegen ist eine sprunghafte Zunahme in den Jahren 1900 und 1901 unverkennbar. Diese völlig unvermittelte Erhöhung der Härte aber auf natürliche Vorgänge zurückzuführen, wie Keller dies tut, erscheint nicht ohne weiteres zulässig. Eine solche Annahme ist zum mindestens unbewiesen

[1]) Vergl. Janke, Das Chemische Staatslaboratorium zu Bremen 1877—1901. Bremen 1904, S. 42—47.

Zusammenstellung der Jahresmittelwerte für die Härte des Bremer Leitungswassers in den Jahren 1880 bis 1901 nach den Untersuchungen von Janke.

Jahr der Untersuchung	Zahl der untersuchten Proben in Zahl der Monate	Natürliche Gesamthärte. Ermittelte französische Grade	Natürliche Gesamthärte. Daraus berechnete Deutsche Grade	Natürliche Gesamthärte. Die in den einzelnen Jahren beobachteten höchsten Werte. Französische Grade	Natürliche Gesamthärte. Die in den einzelnen Jahren beobachteten höchsten Werte. Deutsche Grade
		Jahresmittelwerte			
1880	1 Probe in 1 Monat	14,5	8,1	14,5	8,1
1881	5 Proben in 3 Monaten	12,3	6,9	14,5	8,1
1882	1 Probe in 1 Monat	15,2	8,5	15,2	8,5
1883	5 Proben in 5 Monaten	17,0	9,5	21	11,8
1884	3 „ „ 2 „	11,25	6,3	13	7,3
1885	30 „ „ 12 „	14,6	8,2	18	10,1
1886	32 „ „ 12 „	15,0	8,4	17	9,5
1887	48 „ „ 12 „	16,2	9,1	19,5	10,9
1888	38 „ „ 12 „	15,4	8,6	19	10,6
1889	31 „ „ 12 „	14,5	8,1	17,5	9,8
1890	44 „ „ 12 „	14,3	8,0	18	10,1
1891	51 „ „ 12 „	15,4	8,6	19	10,6
1892	55 „ „ 12 „	15,5	8,7	19	10,6
1893	54 „ „ 12 „	11,2	6,3	19	10,6
1894	52 „ „ 12 „	9,5	5,3	14	7,8
1895	51 „ „ 12 „	13,6	7,6	17	9,5
1896	47 „ „ 12 „	15,8	8,9	20	11,2
1897	38 „ „ 9 „	14,5	8,1	18	10,1
1898	51 „ „ 12 „	12,9	7,2	16,5	9,2
1899	51 „ „ 12 „	15,0	8,4	20	11,2
1900	51 „ „ 12 „	18,8	10,5	23	12,9
1901	51 „ „ 12 „	20,4	11,4	26,8	15,0

und kann daher nicht ohne weitere Begründung als Stütze für den Nachweis einer natürlichen Härtevermehrung des Weserwassers herangezogen werden. Es läßt sich diese plötzliche Härtevermehrung ebensogut auch auf Einflüsse aus der Kalifabrikation, z. B. auf die Verarbeitung der Löserückstände, zurückführen, durch die Calciumsulfat in Form von Anhydrit in den Flußlauf gelangen kann. (Vergl. S. 282 und 300 dieses Gutachtens.) Die Erscheinung in ihren wirklichen Ursachen nachträglich aufzuklären, ist aber unmöglich, da Janke Kalk- und Magnesiabestimmungen, die die Entscheidung erbringen könnten, selbst nur bei wenigen Proben offenbar nicht ausgeführt hat; andernfalls würde er sie mitgeteilt haben. Bei den angegebenen Mängeln, die dem Material auch sonst anhaften, dürfte die oben ausgesprochene Ansicht, daß es für eine Verwertung zur Ermittelung der natürlichen Härtegrenze des Weserwassers ungeeignet ist und deshalb bei den späteren Berechnungen in diesem Gutachten besser außer Betracht bleibt, gerechtfertigt erscheinen. Zu den nämlichen Schluß gelangt Tjaden in seiner soeben erschienenen Entgegnung[1]) auf die Denkschrift

[1]) Beurteilung der Arbeit von Dr. H. Keller: „Die einheitliche Bewirtschaftung der Kaliabwasser-Einleitungen im Wesergebiet", Bremen 1918, S. 7—10.

Kellers. Er ist darin auf das vorliegende Material sehr ausführlich eingegangen; nach seinen Ermittelungen sind die Härtebestimmungen nach der Seifenmethode ausgeführt worden, ein Verfahren, das er mit Recht als so wenig exakt bezeichnet, daß man in der wissenschaftlichen Verwertung seiner Ergebnisse recht vorsichtig sein muß.

Zur Begründung, daß der natürliche Härtezuwachs von 2,5° auch über das Jahr 1901 hinaus bestehen geblieben ist, verfährt Keller nun folgendermaßen.

Als natürliche Gesamthärte, die der gewöhnlichen Abflußmenge der Weser bei Bremen in den achtziger Jahren entsprach, wird der Wert 9,5° angenommen. Dazu wird der Wert für den Zuwachs an Magnesiumhärte mit 2,6° addiert, wie er sich aus der im Wesergebiet verarbeiteten Jahresmenge an Rohcarnallit errechnen läßt; hierbei werden der Rechnung die in den Jahren 1912 und 1913 verarbeiteten Mengen zugrunde gelegt, in denen die Jahresverarbeitung an Carnallit am höchsten war. Die Summe 9,5 + 2,6 = 12,1° sollte den der gewöhnlichen Abflußmenge entsprechenden Wert für die Gesamthärte der Jahre 1912/13 ergeben. In Wirklichkeit aber habe dieser, wie sich aus den von Tjaden im Jahre 1913 ausgeführten Analysen berechnen lasse, 14,6° betragen. Hieraus wird gefolgert, daß die natürliche Härte von 1882/83 bis 1912/13 um 14,6 — 12,1 = 2,5° zugenommen haben müsse. Auch das Jahresmittel für die Gesamthärte aus den von Precht[1]) für das Jahr 1913 mitgeteilten Analysen des Weserwassers bei Bremen in den 5 Jahren von 1911—1915 betrage 14,68° in Übereinstimmung mit dem aus den Analysen von Tjaden berechneten Wert.

Im Jahre 1883/84 habe die gewöhnliche Calciumhärte 7,4° und die gewöhnliche Magnesiumhärte 2,1° betragen, im Jahre 1913 seien die entsprechenden Werte nach den Analysen von Tjaden 9,3° und 5,3° und nach den von Precht mitgeteilten Analysen 9,37° und 5,31° gewesen. Es ergebe sich daraus eine Zunahme der Calciumhärte während dieses Zeitraumes von 7,4 auf 9,3 bis 9,4 = 1,9 bis 2,0° und der Magnesiumhärte von 2,1 auf 5,3 = 3,2°, wovon 2,6° auf die Verhärtung durch Kaliendlaugen entfallen, so daß für die Erhöhung der natürlichen Magnesiumhärte 3,2 — 2,6 = 0,6° übrig bleiben. Zusammen ergebe dies eine Zunahme der natürlichen Gesamthärte um 2,5°, wie im vorangehenden Absatz berechnet wurde.

Bei einer Nachprüfung dieser Berechnung ergibt sich folgendes. Für die gewöhnliche natürliche Härte des Weserwassers in den Jahren 1883/84 wird von Keller der Wert 9,5 angenommen. Wie gezeigt wurde, ist dieser Wert etwas zu niedrig; er wurde oben nach den maßgebenden 15 Analysen Jankes zu 10,29° berechnet. Weiterhin hat Keller den durch die Kaliendlaugen bewirkten durchschnittlichen Zuwachs an Magnesiumhärte zu 2,6° ermittelt. Auf S. 277 ff. dieses Gutachtens ist auf einem etwas anderen Wege dieser Zuwachs für eine Wasserführung von 220 cbm/sek., die dem Pegelstand 0 entspricht, zu 3,1° und für die mittlere Abflußmenge, wie Keller sie annimmt, von 242 cbm/sek. zu 2,8° berechnet worden. Darnach sollte sich die mittlere Gesamthärte für die Jahre 1912/13 auf 10,3 + 2,8 = 13,1° belaufen. Keller hat sie dagegen sowohl nach den von Tjaden als auch nach den von Precht mitgeteilten Analysen zu 14,6—14,7° berechnet; sie setzt sich nach ihm

[1]) Vgl. den VII. Abschnitt, 22. Übersicht.

zusammen aus 9,3° Calcium- und 5,3° Magnesiumhärte. In diesem Wert sind aber auch die hohen Werte für die Magnesiumhärte des Jahres 1913 mit enthalten, die die Gesamthärte dieses Jahres so erheblich erhöhen. Auf diesen Punkt wird noch zurückzukommen sein. Aus den 15 Analysen Jankes berechnen sich nun die mittleren Werte für die Calcium- und Magnesiumhärte des endlaugenfreien Weserwassers zu 8,0° und 2,3°, während Keller dafür 7,4° und 2,1° angibt. Wir erhalten also die

	mittlere Ca-	Mg-	Gesamt-Härte
für das endlaugenfreie Weserwasser zu	8,0° +	2,3° =	10,3°
und für das endlaugenhaltige Weserwasser zu .	8,0° +	(2,3 + 2,8)° =	13,1°,

wenn als mittlerer, durch die Kaliabwässer bedingter Zuwachs an Magnesiumhärte 2,8° angenommen wird. Aus den einer mittleren Wasserführung der Weser entsprechenden Analysen Tjadens berechnen sich demgegenüber folgende Mittelwerte:

	Ca-	Mg-	Gesamt-Härte
für 1911[1]	8,9° +	4,9° =	13,8°,
für 1913[2]	9,1° +	5,0° =	14,1°.

Aus den von Precht mitgeteilten Analysen wurden die folgenden Mittelwerte berechnet:

	Ca-	Mg-	Gesamt-Härte
für 1911	8,6° +	4,4° =	13,0°,
für 1912	8,5° +	4,9° =	13,4°,
für 1913	8,9° +	4,5° =	13,4°.

Zur Erläuterung für die aus den Analysen Tjadens und Prechts berechneten Zahlen ist hervorzuheben, daß dabei alle diejenigen Analysen als unzulässig für die vorstehende Rechnung ausgeschaltet wurden, bei denen die Magnesiumhärte den Wert von 6° überstieg[3]). Denn es leuchtet ein, daß man nicht auf der einen Seite in die Rechnung einen feststehenden Wert für den Magnesiumzuwachs von 2,6 oder 2,8° einführen und auf der anderen Seite mit Werten rechnen darf, die die Summe dieses Zuwachses und der natürlichen Magnesiumhärte, also die Summe von 2,8° + 2,3° = 5,1°, erheblich überschreiten und damit die Werte für die Gesamthärte beträchtlich erhöhen. Dies trifft namentlich für die Jahre 1911 und 1913 zu, in denen die Magnesiumhärte bis auf 9° und 7,6° angestiegen ist. Beachtet man diesen Umstand, so erhält man aus den Analysen des endlaugenhaltigen Weserwassers aus den Jahren 1911—1914 Werte für die Gesamthärte, die von dem aus der Gesamthärte des endlaugenfreien Weserwassers theoretisch für die Gesamthärte des versalzenen Wassers berechneten Wert nur wenig verschieden sind. Dieser theoretische Wert wurde vorstehend zu 13,1° berechnet, während der Wert für die Gesamthärte, wie er sich aus den Analysen der Jahre 1911—1913 unter Berücksichtigung der angegebenen Beschränkung ergibt, von 13,0° bis 14,1° schwankt, im äußersten Fall also, und zwar für das Jahr 1913,

---

[1]) Vergl. Übersicht 18; es wurden die Analysen berücksichtigt, die einer Wasserführung von 193—276 cbm/sek. entsprechen.

[2]) Vergl. Übersicht 19; es wurden die Analysen berücksichtigt, die einer Wasserführung von 200—260 cbm/sek. entsprechen.

[3]) Die wirklichen Jahresmittel finden sich am Schluß der 22. Übersicht zusammengestellt.

für das Keller seine Berechnungen angestellt hat, um 1° höher ist. Die Frage des Anstiegs der Calciumhärte ist im Abschnitt VII bei Besprechung der Analysen des Weserwassers (S. 316—318) eingehend geprüft worden. Dabei hat sich in Übereinstimmung mit der vorstehenden Berechnung ergeben, daß eine Erhöhung der Calciumhärte um etwa 1° anzunehmen ist.

Es handelt sich also um 1°, um den die Calciumhärte und dadurch die Gesamthärte zugenommen hat, während Keller diesen Zuwachs auf 2° berechnet hat. Von Tjaden wird ein solcher Zuwachs in seiner Entgegnung auf die Kellersche Denkschrift überhaupt bestritten (S. 10—16). Wenn auch dieser Ansicht hier nicht beigetreten werden kann, so erhebt sich doch die Frage, ob die Kaliindustrie, wie Precht[1]) und Keller dies annehmen, tatsächlich an diesem Härtezuwachs gänzlich unbeteiligt ist. Die Möglichkeit, daß dies dennoch der Fall ist, auf die schon oben (S. 273) hingewiesen wurde, läßt sich zum mindesten nicht von der Hand weisen. Ein exakter Nachweis über die wirkliche Ursache dieser Härtevermehrung wird sich überhaupt nicht führen lassen an einem Flusse, der so, wie die Weser, unter der Einwirkung der Kaliindustrie steht. Dazu müßte vielmehr ein Fluß gewählt werden, der völlig frei von Zuflüssen von Abwässern der Kalifabrikation ist, dagegen in einem landwirtschaftlich intensiv ausgenutzten Gelände fließt, wie z. B. die Oder. Durch die systematische Untersuchung der Härte eines solchen Stromes würde es voraussichtlich gelingen, die vorliegende Streitfrage aufzuklären. Dazu kommt noch eine andere Schwierigkeit. Wenn man in diesem Gutachten den für die Verhärtung durch Kaliabwässer zulässigen Härtezuwachs des Weserwassers bei Bremen nicht auf Grund der Härtewerte, die vor Einleitung der Kaliabwässer festgestellt sind, berechnen wollte, sondern auf Grund der Werte, wie sie vorstehend auf dem Wege einer immerhin verwickelten Rechnung gefunden wurden, so bliebe nichts anderes übrig, als auch für die Zubringerflüsse der Weser die nämlichen Rechnungen anzustellen und zu untersuchen, ob und in welchem Maße bei ihnen die Calciumhärte seit Beginn der Kaliindustrie in den einzelnen Gebieten zugenommen hat. Diese Rechnungen erscheinen zwar nicht undurchführbar, würden aber mit erheblichen Schwierigkeiten und Unsicherheiten verbunden sein. Zudem würde bei allen diesen Flüssen sich derselbe Zweifel erheben, ob bei einer etwa feststellbaren Erhöhung der Calciumhärte die Kaliindustrie daran unbeteiligt ist. Bedenkt man alle diese Schwierigkeiten und Unsicherheiten, so gelangt man zu der Überzeugung, daß die zuverlässige Grundlage für die Berechnungen in diesem Gutachten allein die Werte für Härte und Chlorgehalt bilden können, die in der Weser und in ihren Zubringerflüssen vor Einleitung der Kaliabwässer ermittelt worden sind.

Demgemäß ist in dem vorliegenden Gutachten verfahren worden, und die in den Schlußsätzen 3 und 5 angegebenen Werte für die natürliche Härte und den natürlichen Chlorgehalt der Weser und ihrer Zubringerflüsse sind auf dieser Grundlage berechnet worden.

Aber selbst wenn die Darlegungen Kellers ihrem vollen Umfange nach zu-

[1]) Berechnung der Salzlösungen pp. Die Chemische Industrie, 1916, Nr. 3/4, S. 6.

träfen, selbst wenn die Kaliindustrie an der Erhöhung der Calciumhärte unbeteiligt wäre, könnte eine Erhöhung der Grenze für die zulässige Verhärtung des Weserwassers um 2° nicht in Betracht kommen, und zwar aus Gründen der Gesundheitsfürsorge einerseits und wegen mangelnder Notwendigkeit andererseits.

Der Reichs-Gesundheitsrat hat seine Entschließung in dem ersten Teilgutachten dahin gefaßt, daß noch auf unbestimmte Zeit, wenn nicht für die Dauer, mit einer Wasserversorgung Bremens aus der Weser gerechnet werden müsse, daß daher, um die Bewohner Bremens vor gesundheitlichen Schädigungen zu schützen, das Weserwasser im Hinblick auf seine Verwendung als Trinkwasser nicht mit Kaliabwässern über eine Gesamthärte von 20 Härtegraden und einen Chlorgehalt von 250 mg im Liter angereichert werden dürfe. Dieser Beschluß wurde auf Grund der Ergebnisse von ausgedehnten Schmeckversuchen und unter dem ausdrücklichen Einspruch von drei Mitgliedern des Reichs-Gesundheitsrats gefaßt, denen diese Begrenzung zu hoch erschien. Eine Erhöhung dieser Grenzen würde unter diesen Umständen wohl nur dann erfolgen können, wenn in der Zwischenzeit Versuche bekannt geworden wären, die eine solche Grenzerweiterung als duldbar erscheinen ließen, oder wenn eine zwingende Notwendigkeit dazu eingetreten wäre. Weder das eine noch das andere ist der Fall. Auch die Interessen der Kaliindustrie an der Weser erheischen eine solche Erhöhung nicht; dies ergibt sich aus folgender Überlegung.

Ein Grad Magnesiumhärte entspricht 17,03 mg Chlormagnesium i. L.; in einem Kubikmeter Wasser sind somit 17,03 g Chlormagnesium enthalten. Fließt in einer Sekunde 1 cbm Wasser ab, so beträgt der Tagesabfluß an Chlormagnesium 17,03 g $\times$ 60 $\times$ 60 $\times$ 24 = 1471392 g oder = 1471,4 kg Chlormagnesium. Nun beträgt der Wasserabfluß bei Bremen bei mittlerer Wasserführung etwa 220 cbm in 1 Sekunde. Man erhält also 1471,4 $\times$ 220 = 323708 kg = 3237,1 dz Chlormagnesium als die 1° Magnesiumhärte entsprechende Menge Chlormagnesium, die täglich bei Bremen im Weserwasser abfließt. Geht man von einer mittleren sekundlichen Abflußmenge von 242 cbm, wie Keller dies tut, aus, so ergibt die Rechnung 1471,4 $\times$ 242 kg = 3560,8 dz Chlormagnesium als die 1° Magnesiumhärte entsprechende Menge Chlormagnesium.

Nimmt man an, daß ein Rohcarnallit mit nur 14% Chlorkalium verarbeitet wird, so enthält dieses Salz nach Precht[1]) 17,83% Chlormagnesium. Die oben berechneten 3237,1 (3560,8) dz Chlormagnesium entsprechen also $\frac{3237{,}1 \times 100}{17{,}83}$ = 18155 (20000) dz Rohcarnallit.

Nun haben die Carnallit-Jahresverarbeitungen im Wesergebiet 1912 17,57 und 1913 16,07, im Durchschnitt 16,82 Millionen dz[2]) betragen; daraus berechnet sich eine Tagesverarbeitung, das Jahr zu 300 Arbeitstagen gerechnet, von 16,82 Millionen : 300 = 56100 dz Rohcarnallit. Es entspricht also 1° Magnesiumhärte im Weserwasser bei Bremen 32,4% bezw. 35,7% der gesamten täglichen Carnallitverarbeitungen im Wesergebiet, wenn man die bisherige größte Carnallitverarbeitung im Wesergebiet, die der Jahre 1912 und 1913, und die Verarbeitung eines Rohsalzes mit einem Gehalt

[1]) Berechnungen der Salzlösungen. Die Chemische Industrie 1916, Nr. 3/4, S. 2.

[2]) Ebenda S. 3.

von 14 % Chlorkalium zugrunde legt. Man kann das Ergebnis auch so ausdrücken, daß die gesamte tägliche Carnallitverarbeitung im Wesergebiet — unter den angegebenen Voraussetzungen — eine Verhärtung des Weserwassers bei Bremen um 3,1° bezw. 2,8° bedingt.

Nimmt man für die natürliche Gesamthärte des Weserwassers den eben mitgeteilten Wert von 10,3° für die mittlere Wasserführung an, so bleibt der Kaliindustrie für die Ableitung ihrer Endlaugen bei der für das Weserwasser bei Bremen als zulässig angesehenen Grenze für die Gesamtverhärtung von 20° ein Spielraum von 9,7° für die mittlere Wasserführung. Rund 3 Härtegrade reichen, wie vorstehend gezeigt wurde, bei konstantem mittleren Wasserabfluß der Weser bei Bremen für die gesamte bisherige Jahres-Carnallitverarbeitung aus. Nach Precht[1]) beträgt die aus Endlaugen und Kieseritwaschwässern anfallende Menge Magnesiumsulfat etwa $^1/_7$ der Chlormagnesiummenge, so daß sie mit 0,5° Härte gedeckt ist. Rein rechnerisch ergibt sich also, daß mit rund 3,5° Härtezuwachs des Weserwassers bei Bremen dem gegenwärtigen Bedürfnis der Kaliindustrie im Wesergebiet Rechnung getragen sein würde. Um indessen sicher zu sein, daß bei der Beurteilung der praktischen Verhältnisse auf Grund dieses Ergebnisses nicht ein Fehler begangen wird, wie er erfahrungsgemäß sich einstellt, wenn man eine auf theoretischen Erwägungen beruhende Berechnung uneingeschränkt auf die Verhältnisse der Praxis überträgt, und um auch der Hartsalzverarbeitung Rechnung zu tragen, soll zu dem vorstehend berechneten Wert noch ein Zuschlag von 1° gemacht werden. Damit ergibt sich, daß mit 4,5° Härtezuwachs im Weserwasser bei Bremen den derzeitigen Erfordernissen der Kaliindustrie im Wesergebiet entsprochen wird. Für ihre künftige Entwickelung verbleibt der Kaliindustrie somit ein Spielraum von rund 5° bei mittlerer Wasserführung. D. h. die Kaliindustrie im Wesergebiet kann in Jahren mit normaler Wasserführung ihre bisherige höchste Carnallit- und Kieseritverarbeitung etwa verdoppeln, ohne daß die Härtegrenze im Weserwasser bei Bremen überschritten zu werden braucht. Unter den gegenwärtigen Produktionsverhältnissen ist eine Überschreitung der Härtegrenze auch in Zeiten von Wasserknappheit keinesfalls zulässig, selbst wenn Aufhaltebecken zur Aufspeicherung der Endlaugen nicht vorhanden sind. Bei einer kräftigen Entwickelung der Industrie, wie sie nach dem Kriege zu erwarten ist, wird sich die Überschreitung in solchen Zeiten durch Anlage von Aufspeicherungsbecken ohne Schwierigkeit vermeiden lassen[2]).

---

[1]) a. a. O. S. 5.

[2]) In seiner „Erwiderung gegen Tjadens Beurteilung meiner Denkschrift über die einheitliche Bewirtschaftung der Abwassereinleitungen“, die unter dem allgemeinen Titel „Die Kaliabwässer im Wesergebiete“, Berlin 1918, Verlag von Mittler & Sohn, erst nach Abfassung des vorliegenden Gutachtens erschienen ist, hat Keller von seiner Forderung, daß die Härtegrenze für das Weserwasser bei Bremen von 20° auf 22° erhöht werden müsse, Abstand genommen und einen neuen Wirtschaftsplan für die Abwässereinleitung aufgestellt, der von den folgenden Gesichtspunkten ausgeht. Die Entwickelungsmöglichkeit der Kalirohsalz-Verarbeitung im Wesergebiet wird für die Carnallit- und die Hartsalz-Verarbeitung getrennt berechnet, da jene wesentlich durch den zulässigen Härtezuwachs, diese wesentlich durch den zulässigen Chlorzuwachs begrenzt wird. Der von ihm für die gegenwärtige natürliche Härte des Weserwassers bei Bremen als richtig angenommene Wert von 12,4° bei mittlerer Wasserführung wird beibehalten; dann

Auch eine Zunahme des natürlichen Chlorgehalts des Weserwassers wird von Keller angenommen, die hier jedoch nicht näher erörtert zu werden braucht, da es sich nur um eine geringfügige Erhöhung handelt. Aus den grundlegenden 15 Analysen von Janke[1]) berechnet sich der Mittelwert für den natürlichen Chlorgehalt des Weserwassers in den Jahren 1883/84 auf 42,5 mg/l. Keller rechnet mit einem solchen von 60 mg/l. Auch das erste Teilgutachten hat diesen Grundwert von 60 mg/l angenommen, er soll daher auch für die nachfolgenden Überlegungen im allgemeinen beibehalten werden. Es erscheint nämlich zur völligen Klarstellung der vorliegenden Verhältnisse zweckmäßig, auch die Frage überschläglich zu erörtern, wie die Kaliindustrie mit der vom Reichs-Gesundheitsrat festgesetzten Chlorgrenze von 250 mg/l auszukommen vermag. Bei einer natürlichen Gesamthärte des Weserwassers bei Bremen von 11,85° für die niedrige, 10,3° für die mittlere und 8,9° für die hohe Wasserführung kann die Kaliindustrie unter Berücksichtigung der zulässigen Verhärtung des Weserwassers durch Ableitung ihrer Endlaugen bei niedrigen Wasserständen 8,15 Härtegrade, bei mittleren Wasserständen 9,7 und bei hohen Wasserständen 11,1 Härtegrade ausnutzen. Dies entspricht einer Chlorzufuhr in Form von Chlormagnesium von 104, 123 und 141 mg/l Chlor[2]). Für die Gesamtversalzung stehen 250 — 60 = 190 mg/l Chlor für die niedrige und mittlere Wasserführung, für die hohe etwa 250 — 30 = 220 mg/l Chlor (vergl. S. 315 u. 316) zur Verfügung, so daß für die Versalzung durch Kochsalz aus den Kieseritwaschwässern und den Schachtwässern noch 86 mg für die niedrigen, 67 mg für die mittleren und 79 mg/l Chlor für die hohen Wasserstände übrig bleiben. Härte- und Chlorzuwachs stehen im vorliegenden Fall in den folgenden Verhältnissen: für die niedrigen Wasserstände

beträgt die natürliche Härte bei niedrigen Wasserführungen im Höchstfalle 14° und umgekehrt bei hohen Wasserführungen bis zu 412 cbm/sek. 10,8°. Als höchste Grenze für die zulässige Gesamthärte wird der Wert 18,5° in die Rechnung eingesetzt. Dann verbleibt ein für die Carnallitverarbeitung ausnutzbarer Härtezuwachs von 4,5 bis 7,7° und ein dementsprechender Chlorzuwachs von 4,5 bis 7,7 × 20 = 90 bis 154 mg/l. Hierzu kommt der natürliche Chlorgehalt des Weserwassers hinzu, der zu 69 bis 39 mg/l angenommen wird, so daß sich ein Chlorbetrag von 159 bis 193 mg/l ergibt, der für die Hartsalzfabrikation außer Betracht bleibt. Die Differenz zwischen diesem Chlorbetrag und der Chlorhöchstgrenze stellt die für die Hartsalzverarbeitung ausnutzbare Chlormenge dar. Mit Rücksicht auf die von den Kaliinteressenten geltend gemachten Gründe (vergl. S. 280—283 dieses Gutachtens) tritt Keller für eine Erhöhung der Chlorhöchstgrenze bis zu 300 mg/l bei den niedrigen Wasserführungen ein und berechnet die für die Hartsalzverarbeitung zur Verfügung bleibende Chlormenge von der niedrigsten bis zu der Wasserführung von 412 cbm/sek. auf 187 bis 33 mg/l. Unter Benutzung dieser Unterlagen erhält er für die Carnallitverarbeitung eine Jahresmenge von rund 40 Millionen dz, für die Hartsalzverarbeitung eine solche von rund 31,5 Millionen dz, insgesamt eine Jahresmenge von 71,5 Millionen dz Kalirohsalzen bei der mittleren Wasserführung von 242 cbm/sek. Vergleicht man diese Zahl mit dem in diesem Gutachten für die Jahres-Verarbeitungsmenge berechneten Wert von 65,1 Millionen dz Kalirohsalzen (vergl. S. 324 und die 27. Übersicht), der unter der Voraussetzung berechnet ist, daß die Chlorhöchstgrenze im Weserwasser bei Bremen 250 mg/l nicht überschreitet, so kann der Unterschied als unerheblich bezeichnet werden. Die in dem vorliegenden Gutachten benutzten Rechnungsunterlagen führen daher zu dem annähernd gleichen Ergebnis wie die von Keller neuerdings durchgeführten Rechnungen.

[1]) Vergl. die 16. Übersicht.

[2]) 1 Härtegrad entspricht 12,7 mg Chlor im Chlormagnesium.

8,15°: 190 mg = 1°: 23,3 mg, für die mittleren 9,7°: 190 mg = 1°: 19,6 mg und für die hohen Wasserstände 11,1°: 220 mg = 1°: 19,8 mg. Der Reichs-Gesundheitsrat hat im Schunter-Oker-Aller-Gutachten[1]) das Verhältnis von Magnesiumhärte zum Chlorzuwachs auf 1°: 11,7 mg festgesetzt; dieses ergab sich aus dem Gehalt der seiner damaligen Untersuchung zugrunde liegenden Endlauge an Magnesium und Chlor. Im Chlormagnesium selbst kommen auf 1° Magnesiumhärte 12,7 mg Chlor. Dieser Unterschied erklärt sich dadurch, daß in der Endlauge ein Teil des Magnesiums an Schwefelsäure gebunden ist. Die Erfahrungen an der Schunter, Oker und Aller haben gelehrt, daß die Kaliindustrie an diesen Flüssen mit dem festgesetzten Verhältnis auskommen kann. An den Flüssen aber, denen neben den Endlaugen aus der Carnallitverarbeitung noch große Mengen Kieseritwaschwässer und sonstige kochsalzhaltige Wässer zufließen, ist dies nicht möglich. Wagner[2]) gibt in seinem Wesergutachten auf Grund seiner langjährigen Erfahrungen an, daß im Kaliabwasser, wie es dem Vorfluter zugeführt wird, 1° Magnesiumhärte 20 mg/l Chlor entspricht. Auch die Königl. Preußische Landesanstalt für Wasserhygiene[3]) benutzt diese Werte bei ihren Rechnungen. Diesem Verhältnis entspricht auch die für das Weserwasser bei Bremen festgesetzte Chlorgrenze im allgemeinen. Bei niedrigen Wasserständen, bei denen die Kaliindustrie gerade auf die volle Ausnutzung der Härte- und Chlorgrenze angewiesen ist, ist das Verhältnis zwischen Härte- und Chlorzuwachs mit 1°: 23,3 mg/l sogar günstiger, als es den bisherigen Rechnungen zugrunde gelegt wurde.

Gleichwohl hat sich der Verein der deutschen Kaliinteressenten in Berlin mit Eingaben vom 15. März und 13. November 1917 an das Gesundheitsamt gewandt und beantragt, daß der Reichs-Gesundheitsrat in dem zweiten Teil des Wesergutachtens beschließen möge, die zulässige Grenze des Chlorgehalts im Weserwasser zu erhöhen. In dem ersten Antrage war eine Erhöhung auf 300 mg/l, in dem zweiten eine solche auf 350 mg/l als erforderlich bezeichnet worden. Auch das Kalisyndikat hat in Anträgen an das Reichsamt des Innern vom 14. November 1917 und 3. April 1918 die Forderung einer Erhöhung der Chlorgrenze auf 350 mg/l erhoben. Dagegen haben sich beide Körperschaften mit der Festsetzung der Härtegrenze auf 20° für befriedigt erklärt. Für die Erhöhung der Chlorgrenze werden in den erwähnten Anträgen die folgenden Gründe angeführt. Zunächst wird darauf hingewiesen, daß in dem wasserknappen Jahr 1911 die Chlorgrenze von 250 mg/l häufig überschritten wurde, ohne daß die Härtegrenze von 20° erreicht wurde. Ferner habe sich der Bedarf der deutschen Landwirtschaft an hochprozentigen Kalisalzen während des Krieges außerordentlich gehoben; es habe sich gezeigt, daß die Düngung der Kartoffel mit hochprozentigen Salzen günstigere Ergebnisse liefert als mit den niedrigprozentigen Rohsalzen. Im Jahre 1913 seien von der deutschen Landwirtschaft 30,1 Millionen dz Kalisalze mit 5,4 Millionen dz Kali, dagegen im Jahre 1917 39,1 Millionen dz Kalisalze mit 8,4 Millionen dz Kali

[1]) a. a. O. Bd. 25, S. 73 und 155.
[2]) Wesergutachten 1914, S. 8 (nicht im Buchhandel).
[3]) a. a. O. Heft 21, S. 105; Heft 23, S. 59 f.

verbraucht worden. Die Fabrikation von Chlorkalium und namentlich 40prozentigem Düngesalz habe dadurch eine beträchtliche Steigerung erfahren. Dazu komme, daß infolge des Kohlenmangels bei der Herstellung des Chlorkaliums vielfach zur sogenannten „kalten Carnallitverarbeitung“ habe übergegangen werden müssen; hierdurch werde eine Endlauge erzeugt, die ärmer an Chlormagnesium, dagegen reicher an Chlornatrium sei, als die übliche Endlauge. Weiterhin habe die Verwendung von Kaliumsulfat an Stelle von Chlorkalium sich für viele landwirtschaftliche Erzeugnisse als vorteilhaft erwiesen, namentlich für das Ausland kämen dieses Salz und Kalium-Magnesiumsulfat in Betracht. Die Herstellung dieser Salze habe daher stark zugenommen und werde nach dem Kriege weiterhin zunehmen; sie habe eine gesteigerte Fabrikation von Kieserit zur Voraussetzung, da Kieserit mit Chlorkalium dabei umgesetzt werde, die Zunahme von Kieseritwaschwässern, also vornehmlich kochsalzhaltigen Abwässern, werde die Folge sein. Ferner hatten die Werrawerke bei der Kaliabwasserkommission für das Gebiet der Werra und Fulda in Cassel den Antrag gestellt, für die Werra den Chlorgehalt auf über 700 mg/l zu erhöhen; falls diese Erhöhung genehmigt würde, müßte auch der Chlorgehalt des Weserwassers bei Bremen hinaufgesetzt werden. Schließlich wird hervorgehoben, daß es sich in allen angeführten Fällen nur um die vermehrte Zuleitung von kochsalzhaltigen Abwässern handele, die gesundheitlich unbedenklich sei, wie die in Magdeburg, Hamburg, Bernburg, Leopoldshall gemachten Erfahrungen erwiesen.

Es liegt indessen diesen Gründen gegenüber eine Notwendigkeit der Erhöhung der Chlorgrenze für das Weserwasser bei Bremen nicht vor. Man kann zwar zugeben, daß, wenn den Anträgen stattgegeben werden würde, die dadurch herbeigeführte Vermehrung des Chlorgehalts des Bremer Trinkwassers im wesentlichen durch Kochsalz bedingt sein würde. Allein auch für den duldbaren Gehalt eines Trinkwassers an diesem Salz ist eine Grenze gezogen, die ohne Einbuße des Trinkwassers an seiner Genußtauglichkeit nicht überschritten werden sollte, wenn nicht zwingende Gründe dies erheischen. Dieser Standpunkt kommt auch in der vom Reichs-Gesundheitsrat bearbeiteten, vom Bundesrat unter dem 16. Juni 1906 den Bundesregierungen zur Beachtung empfohlenen „Anleitung für die Einrichtung, den Betrieb und die Überwachung öffentlicher Wasserversorgungsanlagen, welche nicht ausschließlich technischen Zwecken dienen“ [1]), zum Ausdruck. In Ziffer 7 dieser Anleitung heißt es: „Mineralische und organische Stoffe sollen in dem Wasser höchstens in solcher Menge enthalten sein, daß sie den Genuß und Gebrauch nicht stören. Kochsalzarme und weiche Wässer sind im allgemeinen den kochsalzreichen und harten Wässern vorzuziehen.“ Und in den „Erläuterungen“ dazu wird ausgeführt: „Es ist — — — gesundheitlich unbedenklich, wenn in einem Liter Trinkwasser selbst viel Kochsalz vorhanden ist; etwa 250 mg Chlor, 412 mg Kochsalz, im Liter — — — werden noch nicht geschmeckt.“ Es fragt sich, ob im vorliegenden Fall so zwingende Gründe vorhanden sind, daß ihnen durch eine Erhöhung der Chlorgrenze entsprochen werden muß. Diese Frage ist zu verneinen. Was zunächst den Hinweis anlangt, daß im

[1]) Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamts, 1906, S. 777 u. 788.

Jahre 1911 die Chlorgrenze von 250 mg/l häufig überschritten wurde, ohne daß die Härtegrenze von 20° erreicht wurde, so ist dem entgegen zu halten, daß diese Überschreitungen nicht in die wasserreiche Zeit fielen, in der die Härtegrenze ohnedies nicht völlig ausgenutzt wird, sondern in die wasserknappen Monate August bis November[1]). Wenn in diesen Monaten die zulässige Härte nicht voll ausgenutzt und trotzdem die Chlorgrenze überschritten wurde, so beweist dies, daß diese Überschreitung nicht auf die regelrechte Carnallit- und Kieseritverarbeitung, sondern auf ein offenbar unzulässiges Verfahren zurückzuführen ist, dem entgegengetreten werden müßte. Diesem würde aber durch ein Hinaufrücken der Chlorgrenze nicht nur nicht gesteuert, sondern sogar Vorschub geleistet werden. Dieses regelwidrige Verfahren besteht nun, wie Wagner[2]) nachgewiesen hat, in einer über die erteilten Konzessionen weit hinausgehenden Verwaschung von Löserückständen auf Kieserit, ja sogar nach Wagners Annahme in einem verbotswidrigen Einspülen dieser Rückstände in die Werra seitens der Werrawerke. Von Wagner sind bei seinen Untersuchungen in der Werra Chlorzufuhren im Jahre 1911 von 1162 und 1412 mg/l festgestellt worden, die nur durch das bezeichnete Verfahren erklärt werden können. Daß die Verhältnisse sich inzwischen keineswegs gebessert haben, lehren die Ausführungen von Tjaden in seiner Entgegnungsschrift auf die Kellersche Denkschrift. Tjaden teilt dort folgendes mit[3]): „Nach den mir vorliegenden Analysen hat der Chlorgehalt der Werra bei Gerstungen, also unterhalb des am weitest flußabwärts gelegenen Kaliwerks, in der Zeit vom 22. Juli bis zum 18. September 1916 mit Ausnahme von 2 Tagen über 1350 mg/l gelegen, dabei waren Gipfel von 2303, 2320, 2522, 2250 und 2927 an verschieden weit auseinander gelegenen Tagen vorhanden. Vom 2. bis zum 20. November 1916 lag der Chlorgehalt mit Ausnahme zweier Tage dauernd über 1250. Über den Chlorgehalt der Werra bei Gerstungen im Juli 1917 geben die nachstehenden Zahlen Aufschluß:

Chlorgehalt der Werra bei Gerstungen im Juli 1917.

	mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l
1. Juli	835	7. Juli	1250	13. Juli	1298	19. Juli	1041	25. Juli	1265
2. „	1272	8. „	1107	14. „	1701	20. „	1521	26. „	1186
3. „	1009	9. „	1174	15. „	1579	21. „	1321	27. „	1220
4. „	855	10. „	1223	16. „	1731	22. „	1146	28. „	1326
5. „	—	11. „	1376	17. „	1320	23. „	1231	29. „	1316
6. „	1322	12. „	1386	18. „	1154	24. „	1266	30. „	1322
								31. „	1191

Dieses Verfahren des Wegwaschens der Löserückstände in den Fluß ist für die Werrawerke zweifellos sehr vorteilhaft, denn sie sind dadurch der Sorge und der Kosten für die regelrechte Verarbeitung und Beseitigung dieser Rückstände enthoben. Dies ist aber kein Anlaß, das Verfahren auf Kosten der übrigen Kaliwerke und aller anderen Interessentenkreise zu dulden. Ihm wird vielmehr durch Festsetzung einer

[1]) Vergl. Tjaden, die Kaliindustrie und ihre Abwässer, S. 83 ff.

[2]) Vergl. Wagner, Wesergutachten 1914, S. 47 und 106.

[3]) Vergl. a. a. O. S. 19.

Chlorgrenze für die Werra an ihrer Mündung nach Maßgabe der für das Weserwasser bei Bremen als zulässig erachteten Chlorgrenze ein nachhaltiger Riegel vorgeschoben werden müssen. Keinesfalls aber ist es geeignet, die Notwendigkeit einer Erhöhung der Chlorgrenze für das Weserwasser zu erweisen. Daß hierzu auch die vom Kalisyndikat angegebene vermehrte Chlorkaliumerzeugung zuzüglich der sogenannten „kalten Carnallitverarbeitung" (vergl. S. 281) nicht zwingt, geht aus folgender überschläglichen Rechnung hervor. Nach Wagners Erfahrungen[1]) enthalten die von 1000 dz Rohcarnallit fallenden Abwässer, einschließlich der Kieseritwaschwässer, Schacht- und Spülwässer, 235,7 dz Chlor. Wie oben (S. 277) dargelegt wurde, betrug die Tagesverarbeitung an Carnallit im Wesergebiet in den Jahren 1912/13 56100 dz. Diese ergeben somit in den Abwässern $\frac{56100 \cdot 235,7}{1000} = 13223$ dz Chlor täglich. Zur Verfügung stehen im Weserwasser 250 — 60 = 190 mg/l oder 190 g/cbm Chlor. Dies ergibt bei einer mittleren Wasserführung von 242 sek/cbm, auf den Tag berechnet, $190 \times 242 \times 86400 = 39727$ dz Chlor. Wenn auch ein Teil davon noch durch die Hartsalzfabrikation in Anspruch genommen wird, so bleibt doch selbst für eine erheblich vermehrte Chlorableitung noch ein überaus reichlicher Spielraum übrig. Ob die Erzeugung von Kaliumsulfat und Kaliummagnesiumsulfat einen Umfang annehmen wird, daß dieser Spielraum nicht mehr ausreicht, kann abgewartet werden. Denn selbst wenn man, um völlig sicher zu gehen, mit einem wasserknappen Jahr rechnen und annehmen wollte, daß nur die Hälfte der vorstehend angenommenen Wassermenge der Weser zur Verfügung steht, so würde dieser Spielraum immer noch $\frac{39727}{2} - 13223 = 6640,5$ dz Chlor täglich betragen. Das ist die Hälfte der Chlormenge, die bei der bisher größten Jahresverarbeitung an Carnallit im Wesergebiet mit den Abwässern täglich abfloß. Die Anträge des Vereins der deutschen Kaliinteressenten und des Kalisyndikats geben somit keinen Anlaß, die Chlorgrenze von 250 mg/l für das Weserwasser bei Bremen zu erhöhen.

Hat es sich bei den in diesem Abschnitt bisher erörterten Einsprüchen gegen die im ersten Teilgutachten festgesetzten Grenzwerte um Anträge gehandelt, die eine Erhöhung dieser Werte bezweckten, so sind nachstehend noch die Einwände zu besprechen, in denen im Gegensatz zu jenen Anträgen die Anschauung vertreten wird, daß diese Grenzwerte niedriger bemessen werden müssen, wenn dem Weserwasser seine Verwendbarkeit als Trinkwasser gewahrt bleiben soll.

So hat der Bremer Senat in einem Schreiben an den Reichskanzler vom 28. August 1915 Einspruch gegen das 1. Teilgutachten erhoben und Abschrift davon auch dem Königl. Preußischen Landeswasseramt mitgeteilt. Infolge davon ist der Einspruch auch einer weiteren Öffentlichkeit bekannt geworden. Er wurde im wesentlichen mit einem Gutachten begründet, das Obermedizinalrat Dr. Tjaden dem Bremer Senat erstattet hat. Aus diesem können hier nur die wichtigsten Punkte kurz erörtert werden. Tjaden hält die vom Reichs-Gesundheitsrat in dem 1. Teilgutachten für

[1]) Vergl. Wagner, Wesergutachten 1914, S. 8f.

das Weserwasser bei Bremen festgesetzten Höchstgrenzen für zu hoch, weil er bezweifelt, daß mit einer Gewöhnung der Bevölkerung an ein so stark versalzenes Wasser gerechnet werden könne, wie dies in dem Gutachten angenommen werde, und weil keine Gewähr dafür bestehe, daß diese Grenzen nicht überschritten werden. Hierbei wird auf die Erfahrungen hingewiesen, die an der Wipper und Unstrut, an der Werra, an der Oker mit der Flußüberwachung gemacht worden seien. Es hätte daher in dem Gutachten eine Grenze unter 20° Härte und 250 mg/l Chlor festgesetzt werden müssen, um der Praxis einen ausreichenden Spielraum zu gewähren. Werde eine Versalzung bis zu diesen Grenzen zugelassen, so werde keiner Stadt Deutschlands so viel Chlormagnesium in ihrem Trinkwasser zugemutet wie Bremen. Es müsse auch auf Personen mit empfindlichem Geschmack Rücksicht genommen werden, eine Ansicht, die der Reichs-Gesundheitsrat in seinem Schunter-Gutachten selbst geäußert habe. Dort sei ein Wasser schon dann als ein nicht mehr gutes Trinkwasser bezeichnet worden, wenn sein Geschmack von einzelnen Personen als fremdartig bezeichnet werde. Ferner bemängelt Tjaden die in der Königl. Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene und im Kaiserlichen Gesundheitsamt ausgeführten Schmeckversuche mit versalzenem Trinkwasser hinsichtlich ihrer Versuchsanordnung und namentlich in der Hinsicht, daß die Versuchstemperatur dabei zu niedrig gewählt und daß es unterlassen worden sei, Schmeckversuche mit Tee- und Kaffee-Aufgüssen anzustellen, die mit versalzenem Wasser bereitet worden waren. Schließlich wendet sich Tjaden gegen den Satz im 1. Teilgutachten (S. 298), daß über Gesundheitsschädigungen durch das Wasser von Leopoldshall nichts bekannt geworden sei, obwohl es mit etwa 85 mg/l Magnesia für ein Trinkwasser ungewöhnlich magnesiumreich sei.

Der Vorsitzende des Reichs-Gesundheitsrats hat in seiner Entgegnung hierauf geltend gemacht, daß es ein Irrtum sei, anzunehmen, daß zu den für das Weserwasser festgesetzten Höchstgrenzen noch diejenigen Überschreitungsmengen an Härte und Chlor hinzukommen dürften, mit denen nach den Erfahrungen der Praxis zu rechnen sei; jene Grenzen müßten vielmehr als in keinem Falle überschreitbar gelten. Die Verhältnisse an Unstrut, Wipper, Werra und Oker, die ausnahmslos kleine Flüsse seien, könnten nicht ohne weiteres mit denen an der Weser verglichen werden; das 2. Teilgutachten werde Mittel anzugeben haben, durch die mit Hilfe einer geregelten Flußüberwachung Überschreitungen der Grenzwerte verhindert werden. Außerdem werde die Weser keineswegs ständig mit einem unzulässig hohen Gehalt an Chlormagnesium überlastet werden. Denn gerade zur wärmeren Jahreszeit, in der der Wasserverbrauch am größten sei, steige mit dem sinkenden Wasserstand im Flusse die natürliche Härte und müsse demgemäß die künstliche Härtevermehrung durch Chlormagnesium abnehmen. Die Höchstgrenze für den Härtezuwachs werde daher für eine erhebliche Anzahl von Tagen im Jahre, wie in einem Beispiel für die Zeit vom 1. Mai 1914 bis 30. April 1915 gezeigt wurde, für eine Zeit von 4 bis 5 Monaten unterschritten bleiben. Mit der Gewöhnung der Bevölkerung an den Geschmack eines Trinkwassers sei nach allen Erfahrungen der Praxis zu rechnen. Bernburg, das von Tjaden als Gegenbeweis angeführt werde, habe sich von seiner bisherigen Wasserversorgung abgewendet, weil, wie aus einer Veröffentlichung von

Bunte im Journal für Gas- und Wasserversorgung 1915, S. 76 hervorgehe, das Bernburger Leitungswasser die hohe Härte von 31 Graden besessen habe, allerdings nur zum kleineren Teil durch Magnesiumsalz, zum größeren Teil durch Gips bedingt. Auch der Hinweis, daß keine Stadt Deutschlands so viel Chlormagnesium in ihrem Wasser habe, wie Bremen in Zukunft zugemutet werde, sei unschwer zu widerlegen. Denn das Leopoldshaller Leitungswasser enthalte 46 mg/l Magnesium als Chlorid und Sulfat, die 182 mg/l Chlormagnesium oder 230 mg/l Magnesiumsulfat entsprechen, also mehr, als Bremen im allgemeinen zugemutet werde. Das Leopoldshaller Wasser könne daher auch als ein Beispiel für die Gewöhnung der Bevölkerung an ein Magnesiumsalz enthaltendes Trinkwasser angeführt werden. Wenn der Reichs-Gesundheitsrat in seinem Schunter-Gutachten hinsichtlich der zulässigen Versalzungsgrenze des Trinkwassers einen strengeren Standpunkt vertreten habe, der übrigens nur im Gutachten selbst, nicht in dessen Schlußsätzen zum Ausdruck gekommen sei, so sei in einer auf neuere Versuche gegründeten Änderung dieser Ansicht kein Widerspruch zu erblicken; es müsse dem Reichs-Gesundheitsrat unbenommen sein, in einer im Fluß befindlichen Frage, wie der vorliegenden, eine von der früheren Ansicht abweichende Meinung zu äußern. Man könne auch nicht behaupten, daß ein Wasser, das etwa 4° Härte und 50 mg/l Chlor weniger aufweist, als für das Bremer Leitungswasser als zulässig erkannt worden sei, deshalb als ein fehlerfreies Trinkwasser zu gelten habe. Was die Anordnung der Schmeckversuche in der Landesanstalt für Wasserhygiene und im Gesundseitsamt anlange, so habe ein Vergleich mit der in Bremen befolgten Versuchsanordnung mit Ausnahme der dabei innegehaltenen Temperatur keine wesentlichen Unterschiede erkennen lassen. Die niedrige Temperatur von 12—13° sei vom Gesundheitsamt absichtlich gewählt worden, weil sich gezeigt habe, daß bei einer Temperatur von 18° die Wasserproben schon wegen des durch diese Temperatur bedingten faden und flauen Geschmacks von einer größeren Anzahl von Personen als schlecht schmeckend abgelehnt worden seien. Ein großer Teil der versalzenen Proben würde daher nicht nach dem durch ihren Salzgehalt, sondern nach dem durch die hohe Temperatur bedingten flauen Geschmack beurteilt und daher falsch beurteilt worden sein. Auch sei nicht zu übersehen, daß mit der höchsten Versalzung des Weserwassers zu rechnen ist, wenn die Wasserstände hoch sind; diese Zeiten fielen aber gewöhnlich mit der kalten Jahreszeit, also mit niedriger Wassertemperatur zusammen. Schmeckversuche mit Tee- und Kaffeeaufgüssen seien absichtlich unterblieben, weil nach den Erfahrungen des Gesundheitsamts solche Versuche die Lösung der Aufgabe keineswegs vereinfachten oder sicherer gestalteten. Schließlich seien die für das Weserwasser bei Bremen festgesetzten Grenzwerte nicht bloß auf Grund der Schmeckversuche der Landesanstalt und des Gesundheitsamts, sondern unter sorgsamer Berücksichtigung auch der einschlägigen in der Literatur beschriebenen Versuche aufgestellt worden. Der Einwand von Tjaden gegen den Satz im 1. Teilgutachten, daß über Gesundheitsschädigungen durch das Wasser von Leopoldshall trotz seinem hohen Gehalt an Magnesiumsalzen nichts bekannt geworden sei, ist im Gesundheitsamt auf Grund der hier über die Bevölkerungsstatistik und die Todesursachenstatistik vorliegenden Erfahrungen eingehend geprüft worden. Tjaden hatte

sich bei seinen Ausführungen über diesen Punkt auf vergleichende Untersuchungen gestützt, die W. Gärtner über die Gesundheitsverhältnisse in Staßfurt und Leopoldshall angestellt hatte (vergl. Zeitschrift für Hygiene, 79. Band). Aus dem Umstande, daß von je 100 während der Jahre 1900 bis 1911 verstorbenen Säuglingen in Staßfurt 32,64, dagegen in Leopoldshall 40,08 an Magen- und Darmkatarrh sowie Brechdurchfall gestorben sind, hatte er geschlossen, daß die Sterblichkeit der Säuglinge an diesen Krankheiten in Leopoldshall größer gewesen sei, als in Staßfurt. Es konnte jedoch unschwer gezeigt werden, daß diese Schlußfolgerung Tjadens nicht angängig ist. Die von ihm hervorgehobenen Unterschiede in der Säuglingssterblickkeit der beiden Orte sind vielmehr nur statistisch-formaler Natur; sie beruhen im wesentlichen auf einer örtlich verschiedenartigen statistischen Anschreibung der Todesursachen und sonstigen in der Bevölkerungsstatistik begründeten Schwierigkeiten, können aber als wirklich bestehend nicht betrachtet werden.

Auch das von der Königl. Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene erstattete Gutachten über die Ableitung von Kaliendlaugen in die Leine und Innerste[1]) gelangt für die zulässige Versalzung des Weserwassers bei Bremen zu niedrigeren Höchstwerten als das 1. Teilgutachten. Bei den in der Landesanstalt seinerzeit angestellten Schmeckversuchen war die Grenze, bei der das Wasser von der Mehrzahl der Versuchspersonen als nicht mehr wohlschmeckend befunden wurde, bei einer Magnesiumverhärtung von 12,1—13,6° und bei einem Chlorzuwachs von 141—168 mg/l, entsprechend einer Vermehrung durch Chlormagnesium von 200–230 mg/l, ermittelt worden[2]). Diese Versuche sind später von Marzahn[3]) veröffentlicht worden, der sie dahin zusammenfaßt, daß die Geschmacksprüfungen der Anstalt die von Vogel festgestellte Grenzzahl für den Geschmack von Kaliendlauge mit 168 mg/l Magnesiumchlorid (entsprechend etwa 10 Härtegraden) im allgemeinen bestätigt haben. Da sich diese Versuche nur auf Trinkwasser bezogen, wurde ihre Ergänzung durch Geschmacksprüfungen an Kaffee und Tee von der Landesanstalt für notwendig gehalten. Diese von Stooff vorgenommenen Prüfungen führten ihn zu dem Schluß, daß man bei endlaugen- oder kochsalzhaltigen Kaffee- und Teeaufgüssen hinsichtlich der Wirkung dieser Zusätze auf den Geschmack (Nachgeschmack) der Aufgüsse eine „Grenze der Wahrnehmbarkeit“ und eine „Grenze der Genießbarkeit“ unterscheiden müsse. Erstere liegt für Endlaugenzusätze unter 100 mg/l Chlormagnesium oder unter 6° Zusatzhärte, für Chlornatrium etwa bei 150 mg/l; als „Grenze der Genießbarkeit“ sei bei Endlaugenzusätzen die bereits für Trinkwasser von Durchschnittstemperatur ermittelte Zahl (168 mg/l Chlormagnesium oder rund 10° Zusatzhärte), bei Chlornatriumzusätzen eine noch oberhalb 300 mg/l liegende Zahl anzunehmen[4]). Die „Grenze der Wahrnehmbarkeit“ soll an dem „Nachgeschmack“ erkannt werden, der von der Mehrzahl der beteiligten Personen beim Kosten des Getränks empfunden wird.

In den von der Landesanstalt für Wasserhygiene im Jahre 1916 erstatteten

---

[1]) a. a. O. Heft 23, 1917, S. 161—164, 196, 198–201, 233, 234, 236, 239, 240, 244, 270 f.
[2]) a. a. O. Bd. 50, S. 293.
[3]) Mitteilungen der Landesanstalt Heft 20, 1915, S. 37—57.
[4]) Ebenda, Heft 22, 1917, S. 194—207.

Gutachten über das Wipper- und Unstrutgebiet wurde die Geschmacksgrenze von 10° Zusatzhärte, entsprechend einem Chlormagnesiumzusatz von 168 mg/l, der Beurteilung des Wassers als Trinkwasser noch zugrunde gelegt[1]). In dem Gutachten über die Ableitung von Kaliendlaugen in die Leine und Innerste sind jedoch die von Stooff inzwischen gewonnenen Ergebnisse auf die in diesem Gutachten untersuchten Flußläufe bereits angewandt worden; es werden daher 100 mg/l Chlormagnesium, entsprechend rund 6 Härtegraden, als die Grenze betrachtet, über die hinaus ein Leitungswasser nicht durch Kaliabwässer verhärtet werden darf, sofern man es als einwandfreies Nahrungs- und Genußmittel erhalten will. Indem 8—10 Härtegrade und 50 mg/l Chlor als mittlere Grenzwerte für die natürliche Beschaffenheit des Weserwassers bei Bremen angenommen und auf 1° Härtezuwachs 20 mg/l Chlorzuwachs gerechnet werden, ergeben sich in dem Gutachten der Landesanstalt als Höchstwerte für die Versalzung des Weserwassers bei Bremen 8 bis 10 + 6 = 14 bis 16° Gesamthärte und 50 + 6 × 20 = 170 mg/l Gesamtchlorgehalt[2]).

Diese Werte sollen indessen nicht für alle Abflußmengen des Weserwassers gleichmäßig gelten, vielmehr sollen die Zuwachswerte für Härte und Chlorgehalt von 6° und 120 mg/l den verschiedenen Wasserführungen der Weser angepaßt werden. Für die natürliche Gesamthärte des Weserwassers bei Mittel- und Hochwasser sind die von Tjaden[3]) berechneten Werte 9° und 7,5° eingesetzt, während sie nach den Analysen Jankes oben (vergl. S. 271) zu 10,3° und 8,9° berechnet wurden. Demgemäß werden in dem Gutachten der Landesanstalt für Wasserhygiene für die duldbare Versalzung des Weserwassers bei Bremen schließlich die folgenden Zahlen erhalten[4]):

Pegelstand m	Wasserführung cbm/sek.	Natürliche Gesamthärte D. Gr.	Natürlicher Chlorgehalt mg/l	Zulässige Höchstversalzungsgrenze für die Gesamthärte D. Gr.	Zulässige Höchstversalzungsgrenze für den Gesamtchlorgehalt mg/l
— 1,0	105	11,5	65	11,5 + 6 = 17,5	65 + 120 = 185
± 0,0	220	9,0	50	9,0 + 6 = 15,0	50 + 120 = 170
+ 1,0	450	7,5	25	7,5 + 6 = 13,5	25 + 120 = 145

Diese Werte bleiben hinter den vom Reichs-Gesundheitsrat im ersten Teilgutachten beschlossenen Werten hinsichtlich der Härte um 2,5—6,5° und hinsichtlich der Chlorgrenze um 65—105 mg/l zurück.

Die Erklärung für diese sehr erheblichen Unterschiede beruht auf den Versuchen von Stooff und der durch diese neu eingeführten „Grenze der Wahrnehmbarkeit", die ihrerseits auf der Beobachtung eines „Nachgeschmacks" („feinen Geschmacks") begründet ist, der beim Kosten empfunden wird. Es soll also nicht der eigentliche („grobe") Geschmack des Wassers oder der damit zubereiteten Getränke, sondern der

---

[1]) a. a. O. Heft 21. 1916, S. 167—170 und 181—183.
[2]) Ebenda, Heft 23, S. 198—200.
[3]) Die Kaliindustrie S. 79.
[4]) a. a. O. Heft 23, S. 239.

Nachgeschmack für die Beurteilung ausschlaggebend sein. Es ist offenbar, daß dieser Nachgeschmack nur von besonders empfindlichen Personen wahrgenommen wird, und die von Stooff im einzelnen mitgeteilten Versuchsergebnisse zeigen, daß die Getränke, bei denen ein solcher Nachgeschmack festgestellt wurde, von denselben Personen, die diesen Nachgeschmack empfanden, noch als „gut" oder „normal" selbst in solchen Fällen bezeichnet wurden, in denen die Grenze von 100 mg/l Chlormagnesium bereits erheblich überschritten war. Es ist zwar richtig, daß der Reichs-Gesundheitsrat in seinem Schunter-Oker-Aller-Gutachten auch dem Nachgeschmack des durch Kaliabwässer versalzenen Wassers Bedeutung zugemessen hat. Ob er ihn aber, falls die Verwendbarkeit des Wassers dieser drei Flüsse zu Trinkzwecken noch in Frage gekommen wäre, für ihre zulässige Versalzung als allein ausschlaggebend betrachtet haben würde, geht aus dem Gutachten nicht hervor. Zu einer Erörterung dieser Frage ist es gar nicht gekommen, weil die Verwendbarkeit des Wassers dieser Flüsse zu Trink- und Kochzwecken schon aus sonstigen hygienischen Gründen zu beanstanden war. Auch sind schon von Tjaden[1]) und von Dunbar[2]) Versuche mit Tee- und Kaffee-Aufgüssen gemacht worden, die zu ähnlichen Ergebnissen wie die von Stooff angestellten Versuche geführt haben. Dem stehen aber Erfahrungen des Kaiserlichen Gesundheitsamts gegenüber, die diese Ergebnisse keineswegs bestätigen. Schließlich bleibt die Frage noch offen, ob jene Ergebnisse so eindeutig und so entscheidend sind, daß ihnen die allein ausschlaggebende Bedeutung zugemessen werden muß. Vorläufig erscheint es daher zum mindesten verfrüht, die „Grenze der Wahrnehmbarkeit" ohne ihre eingehende und sorgfältige Prüfung der Beurteilung des Trinkwassers in geschmacklicher Hinsicht allein zugrunde zu legen.

Dazu kommt, daß bei einer endgültigen Festsetzung der von der Landesanstalt für die Weser vorgeschlagenen Grenzwerte die Entwickelungsmöglichkeit der Kaliindustrie im Wesergebiet sehr in Frage gestellt werden würde; denn die Kaliindustrie ist zweifellos zur Fortschaffung ihrer Abwässer jetzt und für die absehbare Zukunft, namentlich aber für die Zeit nach dem Kriege auf die Flußläufe angewiesen, da die praktische Durchführbarkeit der zahlreichen Vorschläge zur anderweitigen Beseitigung der Endlaugen bisher immer noch auf schwerwiegende Zweifel stößt. Wenn oben nachgewiesen wurde, daß die Kaliindustrie im Wesergebiet bei ihrem gegenwärtigen Stande mit 4,5° Zuwachshärte im Weserwasser bei Bremen auskommen kann, so hat dieser Nachweis zur Voraussetzung, daß der Kaliindustrie in jeder Sekunde eine Abflußmenge der Weser von 242 cbm zur Verfügung steht. In Zeiten der Wasserknappheit und in wasserarmen Jahren muß ihr ein entsprechender Spielraum gewährt werden, der mit 6 — 4,5 = 1,5° zu gering bemessen ist. Wie eine Übersicht über die in den Jahren 1915/16 im Weserwasser vom hygienischen Institut in Bremen ermittelten Härte- und Chlorwerte ergibt, die in dem Leinegutachten der Landesanstalt für Wasserhygiene mitgeteilt wird[3]), haben die im Juli bis November 1915 beobachteten Härtewerte die von der Landesanstalt vorgeschlagenen Grenzwerte ausnahmslos

[1]) Die Kaliindustrie S. 182—206.
[2]) Gutachten, 1913, S. 60 ff.
[3]) a. a. O. Heft 23, S. 163; vgl. die 21. Übersicht.

erreicht und an 10 Tagen überschritten; ähnliches ist bei den Chlorwerten der Fall. Die Kaliindustrie ist also selbst in diesen Jahren, in denen die Rohsalzverarbeitung erheblich zurückgegangen war, mit den in dem Leinegutachten vorgeschlagenen Grenzwerten nicht voll ausgekommen. Um wie viel weniger wird dies möglich sein, wenn sich die Kalisalzerzeugung wieder auf den Stand der Friedensjahre 1912/13 erhebt oder ihn, wie zu erwarten ist, übertrifft.

Es wird deshalb an den im ersten Teilgutachten beschlossenen Grenzwerten festzuhalten sein, weil sie auch heute noch eine geeignete Grundlage bilden, durch die einerseits die Interessen der auf das Weserwasser als Trink- und Gebrauchswasser angewiesenen Kreise ausreichend geschützt werden, andererseits den Bedürfnissen der Kaliindustrie so weit, als es notwendig und billig ist, Rechnung getragen wird.

V. Die Mengen an Abwasser, die bei der Verarbeitung von 1000 dz Rohcarnallit entstehen.

Seit Erstattung des Schunter-, Oker-, Allergutachtens hat der Reichs-Gesundheitsrat mit einer Menge von 50 cbm Endlauge bei der Verarbeitung von 1000 dz Rohcarnallit gerechnet. Auch Dunbar[1]), Tjaden[2]), Wagner[3]), Vogel[4]) und die Königl. Preußische Landesanstalt für Wasserhygiene[5]) legen ihren Rechnungen diese Zahl zugrunde. Demgegenüber hat Precht[6]) neuerdings angegeben, daß diese Menge zu hoch angenommen ist, daß in Wirklichkeit auf 1000 dz Rohcarnallit nur 41,15 cbm Endlauge entfallen. Wie Precht auf Grund seiner Erfahrungen berichtet, entspricht die Endlaugenmenge von 50 cbm mit einem Gehalt von 390 kg Chlormagnesium in 1 cbm nur dann einer Verarbeitung von 1000 dz Rohcarnallit, wenn ein solcher mit einem Gehalt von 16 % Chlorkalium verarbeitet wird, wie dies früher durchgehends geschah. Rohcarnallit von 16 % Chlorkaliumgehalt entspricht 59,5 % reinem Carnallit von der Formel $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6\,H_2O$ und einem Gehalt an Chlormagnesium von 20,18 %. Nach dem letzten Kalisyndikatsvertrag ist nun an Stelle der den einzelnen Werken bis dahin zugewiesenen Rohsalzförderung eine Beteiligung am Absatz getreten, dadurch ging das Interesse an der Verarbeitung von Rohcarnallit mit hohem Kaligehalt in den Fabriken verloren. Ferner verringerte sieh der Kaliumgehalt des Rohcarnallits auch dadurch, daß in den letzten 10 Jahren viele Bergwerke entstanden sind, die geringwertige Lagerstätten abbauen. Schließlich tritt nach Precht ein Verlust an Chlormagnesium bei der Verarbeitung des Rohcarnallits in den Fabriken dadurch ein, daß ein Teil als nicht gelöster Carnallit in den Löserückständen, ein anderer Teil in dem Klärschlamm zurückbleibt und ein dritter Teil in den Kali-Düngesalzen mitverkauft wird, in denen ein Gehalt von 10,7 % Chlormagnesium zulässig ist. Precht veranschlagt diesen Verlust auf etwa 10 %, so daß einer Verar-

---

[1]) Dunbar, Die Abwässer der Kaliindustrie, München und Berlin 1913, S. 5.
[2]) Tjaden, Die Kaliindustrie und ihre Abwässer, Berlin 1915, S. 22.
[3]) Wagner, Wesergutachten 1914, S. 7.
[4]) Vogel, Die Abwässer aus der Kaliindustrie, Berlin 1913, S. 3.
[5]) Mitteilungen der Landesanstalt für Wasserhygiene, Heft 21, 1916, S. 103.
[6]) Precht, Die chemische Industrie 1916, Nr. 3/4.

beitung von Rohcarnallit mit 16% Chlorkalium eine Ablaugemenge von 46,55 cbm entspricht. Nach Precht ist anzunehmen, daß in den letzten Jahren ein Rohcarnallit von im Mittel 14% Chlorkaliumgehalt und 17,83% Chlormagnesiumgehalt in den Fabriken zur Verarbeitung gelangt ist. Dies ergibt eine Endlaugenmenge von 45,72 cbm und bei 10% Verlust an Chlormagnesium eine solche von 41,15 cbm. Mit dieser Endlaugenmenge hätte man jetzt nach Precht zu rechnen. Man kann sich auch von dieser Zahl unabhängig machen und an ihrer Stelle die Menge der Tagesverarbeitung an Rohcarnallit zum Ausgangspunkt der Rechnung wählen. Dadurch wird aber nichts gewonnen, weil man sich auch in diesem Falle entscheiden muß, mit welchen Gehalt des Rohcarnallits an Chlorkalium und Chlormagnesium gerechnet werden soll.

Die Erfahrungen und Angaben Prechts sollen nicht bestritten werden. Gleichwohl empfiehlt es sich, den nachstehenden Berechnungen die Verarbeitung eines Rohcarnallits von 16% Chlorkaliumgehalt mit einem Gehalt von 59,5% Reincarnallit, also eine Endlaugenmenge von 50 cbm auf 1000 dz Rohcarnallit zugrunde zu legen, und zwar aus folgendem Grunde. Das vorliegende Gutachten hat vor allem die Aufgabe, auf Grund der Berechnung des Salzzuwachses, der in den maßgebenden Zubringerflüssen der Weser nicht überschritten werden darf, den Weg zu zeigen, auf dem eine Überschreitung der für das Weserwasser bei Bremen festgesetzten Grenzwerte vermieden werden kann. Es wird erst einer längeren Beobachtungszeit bedürfen, ehe mit Sicherheit entschieden werden kann, ob das praktische Ergebnis dem berechneten entspricht und der duldbare Versalzungsgrad des Weserwassers bei Bremen nicht überschritten wird. Es erscheint deshalb gerechtfertigt, bei den Vorschlägen für die Regelung der Kaliendlaugen-Ableitung im Wesergebiet mit Vorsicht vorzugehen. Stellt sich nach Ablauf einer längeren Beobachtungszeit heraus, daß die Grenzwerte bei Bremen unterschritten bleiben, so hindert nichts, falls es erforderlich sein sollte, dieser Tatsache Rechnung zu tragen und die Menge der Tagesverarbeitung an Rohcarnallit entsprechend zu erhöhen.

Den Erfahrungen Wagners[1]) folgend, wird ferner angenommen, daß bei der Verarbeitung von 1000 dz Rohcarnallit 51,1 dz Magnesium und 235,7 dz Chlor insgesamt mit den Endlaugen zum Abfluß gelangen.

VI. Die Möglichkeit einer Wiederausscheidung von Kaliabwässersalzen aus dem Flußwasser.

Nicht minder wichtig ist die Frage, ob die mit den Endlaugen den Flüssen zugeführten anorganischen Stoffe, insbesondere die Magnesiumsalze, unvermindert im Flußwasser verbleiben oder je nach den in den einzelnen Flußläufen herrschenden Bedingungen zu einem mehr oder minder großen Teil daraus wieder ausgeschieden werden. Auch diese Frage ist schon seit längerer Zeit Gegenstand vielseitiger Untersuchungen, ohne daß bisher eine zweifelsfreie Lösung gelungen wäre. Das erste Teilgutachten enthält hierüber die folgenden Ausführungen: „Die Frage, ob die mit den Kaliabwässern in die Flüsse gelangenden chemischen Stoffe, insbesondere das Magnesium,

[1]) Wesergutachten 1914, S. 8f.

im weiteren Laufe der Gewässer durch chemische Umsetzungen oder durch andere Einwirkungen (Übertritt in den Boden, biologische Vorgänge) eine Verminderung erfahren, ist noch nicht endgültig entschieden. Was in den letzten Jahren bekannt geworden ist, spricht gegen eine Abnahme. Es wird Sache des Hauptgutachtens sein, durch besondere Untersuchungen, die bereits eingeleitet sind, diesen Streitpunkt möglichst aufzuklären. Einstweilen besteht kein hinreichender Grund für die Annahme eines Rückganges der einmal in die Vorflut eingeführten Stoffe der Kaliabwässer. Vielmehr wird damit zu rechnen sein, daß alle Bestandteile der Kaliabwässer, die in die Nebenflüsse der Weser, sei es in Werra, Innerste, Leine, Oker, Schunter, Aller, hineingelangt sind, auch in der Weser bei Bremen noch vorhanden sein werden." (S. 284/85.) Der Reichs-Gesundheitsrat hat sich mit dieser Frage bereits in seinem Gutachten über die Schunter, Oker und Aller beschäftigt[1]). Es wurde zwar damals eine Abnahme der Chlor- und Magnesiumzahlen im Okerwasser festgestellt, aber in so geringem Maße und so unregelmäßig, daß eine Ausscheidung des Magnesiums aus dem Flußwasser nicht angenommen werden konnte. Mit größerer Wahrscheinlichkeit kommt eine Verdünnung des Okerwassers durch hinzutretendes Grundwasser in Betracht. Auch die Aufnahme von Magnesium durch die Pflanzen war unerheblich. Das Ergebnis der Untersuchung wird an einer späteren Stelle[2]) in folgendem Satze zusammengefaßt: „Soweit ein Einblick in die Größe der Selbstreinigung gewonnen werden konnte, wird man sie nicht so bedeutend erachten müssen, daß durch ihre Vernachlässigung das Bild der berechneten Einschätzung der Flußverunreinigung sich wesentlich anders gestaltet; im Verhältnis zu den beträchtlichen Mengen der dem Flußwasser zuzuführenden Salze ist die Größe der Selbstreinigung jedenfalls klein." Neuerdings ist die Untersuchung von Dunbar[3]) wieder aufgegriffen worden und hat zu einer Entgegnung durch Vogel geführt. Dunbar vertritt auf Grund seiner Versuche die Ansicht, daß bei Hamburg noch fast die gesamte Chlormagnesium- und Magnesiumsulfat-Verhärtung gefunden wird, die der Saale durch Endlaugen und Schachtwässer zugeführt wird, daß also der weitaus größte Teil der Endlaugen in unzersetzter Form bis zur Elbemündung gelangt. Dieses Ergebnis ist von Vogel[4]) angegriffen worden; er ist der Ansicht, daß die Dunbarschen Untersuchungen mit mehrfachen Fehlern behaftet sind, und kommt zu dem Schluß, daß sich im Gegenteil nach den von Dunbar mitgeteilten analytischen Werten berechnen lasse, daß 44,3 % des der Elbe und ihren Nebenflüssen zugeführten Chlormagnesiums auf dem Wege bis Hamburg zur Abscheidung gelangen[5]). Vogel seinerseits steht auf dem Standpunkt, daß ein erheblicher Teil des den Wasserläufen mit den Endlaugen zugeleiteten Magnesiums sich in unlöslicher Form teils infolge chemischer Umsetzung, teils infolge biologischer Vorgänge wieder abscheidet. Allerdings erscheint es auch ihm neuerdings

[1]) a. a. O. Bd. 25, S. 45—51.

[2]) a. a. O. S. 57.

[3]) Die Abwässer der Kaliindustrie. Gutachten, betr. die Versalzung der Flüsse durch die Abwässer der Kaliindustrie, München und Berlin 1913, S. 12—20.

[4]) Die Abwässer der Kaliindustrie, Berlin 1914, S. 7 ff. Die Abwässer aus der Kaliindustrie Berlin 1915, S. 68 ff.

[5]) a. a. O. 1914, S. 27.

wieder zweifelhaft, ob seine frühere Annahme, daß die Abscheidung bis zu 50% betragen könne, durchweg zutrifft[1]). In seinem zweiten Gutachten hält Dunbar[2]) an seiner Ansicht fest, während Vogel[3]) die Versuchsergebnisse Dunbars wiederum dahin auslegt, daß mindestens $^{1}/_{3}$ des der Elbe durch die Saale zugeleiteten Chlormagnesiums auf dem Wege von der Saalemündung bis Hamburg zur Abscheidung gelangte. Tjaden[4]) steht der Selbstreinigung der Flüsse vom Chlormagnesium recht zurückhaltend gegenüber, soweit es sich um Angaben über Mengenverhältnisse handelt. Laboratoriumsexperimente arbeiteten unter ganz anderen Bedingungen und dürften daher nur mit äußerster Vorsicht verwertet werden. Bei der Beobachtung im Flußlauf sei es schwer, alle Fehlerquellen genügend auszuschalten. Einmal lasse sich auf weitere Strecken kaum mit Sicherheit sagen, daß einander entsprechende Wasserproben zur Untersuchung gelangt seien. Ferner sei die Verdünnung, welche das Flußwasser der untersuchten Strecke durch sichtbare und unsichtbare Zuflüsse erhält, schwer abzuschätzen und selbst durch Messung kaum sicher zu bestimmen. Dazu komme, daß der Gehalt dieser Zuflüsse an Salzen kaum feststellbar sei. Die Schwierigkeiten stiegen mit der Länge der Flußstrecke, andererseits seien größere Flußstrecken wieder nötig, um einigermaßen ausschlaggebende Resultate zu erhalten. Auch die in jedem einzelnen Falle vorhandene Belastungshöhe könne den Selbstreinigungserfolg beeinflussen. Außerdem dürften die für eine bestimmte Flußstrecke zu einer bestimmten Jahreszeit und bei bestimmten Wasserführungen gewonnenen Ergebnisse quantitativ und qualitativ nicht verallgemeinert werden. Was an Beweismaterial für die Bedeutung der Selbstreinigung der Flüsse von anorganischen Stoffen beigebracht sei, lasse an Berücksichtigung aller Nebenumstände recht viel zu wünschen übrig und beruhe meistens auf Annahmen.

Die Berichterstatter der Königl. Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene äußern sich dahin, daß die Ausscheidung der Magnesia und der Kalkverbindungen in gewissem Umfang als möglich nicht ganz von der Hand zu weisen sei. Sie sei sicher aber nur gering; mit ihr als sicherem Umstand, die Härte eines Flußwassers auf dem Wege der Selbstreinigung herabzubringen, könne jedenfalls praktisch niemals gerechnet werden. Dies gelte insbesondere auch hinsichtlich des Chlorgehalts der Wässer, der im Gegensatz zu den Magnesiaverbindungen eine Verminderung im Flusse überhaupt nie erfahren könne, welche Zersetzungen auch immer sich in diesem im einzelnen abspielten[5]).

Diese Ergebnisse stehen mit der von den beteiligten Sachverständigen viel erörterten Frage in engstem Zusammenhang, ob es möglich ist, das dem Flußlauf durch die Endlaugen zugeführte Chlormagnesium im Flußwasser als solches, getrennt von den sonst noch etwa vorhandenen Magnesiumverbindungen, zu bestimmen und gegebenenfalls seine Abnahme auf einer bestimmten Flußstrecke zu ermitteln. Nach

[1]) a. a. O. 1915, S. 82.

[2]) Die Abwässer der Kaliindustrie. 2. Gutachten, betr. die Versalzung der Flüsse durch die Abwässer der Kaliindustrie, München und Berlin 1914, S. 6ff.

[3]) a. a. O. 1915, S. 91.

[4]) Die Kaliindustrie und ihre Abwässer, Berlin 1915, S. 256.

[5]) a. a. O. Heft 23, 1917, S. 238.

Dunbars Untersuchungen sind die „Elbe wie auch die Weser von Natur annähernd völlig frei von Chlormagnesium und Magnesiumsulfat". Die natürliche Magnesiumhärte dieser Flußwässer besteht nach ihm nur aus Magnesiumcarbonat.

Die Frage, in welcher Form in einem Gemisch von Salzlösungen die einzelnen Stoffe enthalten sind, ist an sich sehr schwierig, schon die Fragestellung ist nicht einwandfrei. Denn bereits Berzelius hat angenommen, daß in gemischten Salzlösungen alle denkbaren Kombinationen von Salzen vorhanden sind, soweit sie nicht infolge ihrer Schwerlöslichkeit ausfallen. Nach den neuen chemischen Lehren über die Konstitution von Salzlösungen sind die Salze in ihren verdünnten wässerigen Lösungen nicht als solche, sondern nahezu völlig in Form ihrer Ionen enthalten. Das Chlormagnesium ist also im Flußwasser nur zu sehr geringem Teil als solches vorhanden, es findet sich vielmehr in Form von Magnesium- und Chlor-Ionen vor. Diese Magnesium-Ionen unterscheiden sich in nichts von denen, die schon von Natur aus in dem Flußwasser enthalten waren; können also auch analytisch nicht besonders erfaßt werden. Nun beruhen die beiden Verfahren, die zur Bestimmung des Chlormagnesiums in Flußwässern einerseits von Noll[1]), andererseits von Precht[2]) vorgeschlagen worden sind, auf dem Eindampfen der zu untersuchenden Wässer. Noll dampft das ursprüngliche Wasser auf $^1/_4$ seines Volums ein, während es Precht zur völligen Trockne eindampft. Es ist klar, daß das recht verwickelte Gleichgewicht, das in dem ursprünglichen Flußwasser zwischen den einzelnen in ihm gelösten Stoffen bestand, durch das Eindampfen erheblich verändert wird. Noll nimmt zwar an, daß bei Wässern, die keine Alkalikarbonate enthalten, diese Gleichgewichtsverschiebungen so gering zu sein scheinen, daß sie für eine Unterscheidung der Carbonat- und Nicht-Carbonat-Härte des Wassers nicht in erheblichem Maße in Frage kommen. Wie groß diese Abweichungen aber sind, ist bisher noch nicht genau untersucht. Den gleichen Einwand muß man dem Verfahren von Precht gegenüber geltend machen.

Die vorstehend erörterte Frage ist daher noch völlig unklar, sowohl nach der analytisch-methodischen Seite, als auch hinsichtlich des Nachweises einer wirklichen Abnahme des Magnesiumgehaltes eines durch Endlaugen versalzenen Flußwassers auf einer bestimmten Strecke, geschweige denn hinsichtlich der Größenordnung dieser Abnahme. Über den letzteren Punkt sind sich alle Beteiligten einig, und Vogel[3]) selbst schlägt dem Gesundheitsamt die Vornahme von systematischen Versuchen vor. Solche Versuche hat das Gesundheitsamt im Jahre 1914 eingeleitet. Durch diese sollte zunächst die Frage entschieden werden, ob und in welchem Umfang die dem Wasser mit den Endlaugen zugeführten anorganischen Stoffe, insbesondere das Magnesium, infolge chemischer Umsetzungen aus dem Wasser zu verschwinden vermögen. Um dabei allen analytisch-methodischen Schwierigkeiten zu begegnen, war beabsichtigt, so zu verfahren, daß eine bestimmte Flußstrecke in ihrem oberen Teile durch sorgfältiges Vermischen des Flußwassers mit Endlauge in bestimmter Höhe versalzen

[1]) Kali VIII, Heft 21, 1914, S. 438.
[2]) Kali IX, Heft 1, 1915, S. 8.
[3]) a. a. O., 1914, S. 25 f.

und die Zusammensetzung des Wassers im Verlaufe dieser Strecke mit Hilfe von elektrischen Leitfähigkeitsapparaten und durch fortlaufende Analysen an einander entsprechenden Wasserproben überwacht wurde. Hierzu war es nötig, eine Flußstrecke auszuwählen, auf deren Verlaufe die dem Flußwasser zugesetzten anorganischen Stoffe nur infolge chemischer Umsetzung eine Abnahme zeigen konnten. Es mußte daher ein steiniges Flußbett möglichst ohne Schlammablagerung und Pflanzenwuchs ausgesucht werden, dessen Wasser weder durch unterirdische Wasserzufuhr in Form von Quellen- oder Grundwasser, noch durch oberirdisch zufließendes Wasser eine Verdünnung erfährt. Diesen Bedingungen entsprach in vollkommenem Maße die Weserstrecke zwischen Hannoversch-Münden und Carlshafen. Die Weser fließt hier in dem Sandstein des Wesergebirges, weder Quell- noch Grundwasser treten zum Flußwasser hinzu, und die Diemel bei Carlshafen ist der einzige Wasserlauf, der ihr auf dieser Strecke zufließt. Zur Vornahme der Versuche wurden Untersuchungen des Weserwassers unterhalb Hann.-Münden ausgeführt. Diese ergaben, daß eine völlige Durchmischung des Werra- und Fuldawassers selbst bei höheren Wasserständen erst etwa bei Veckerhagen, 11,5 km unterhalb Hann.-Münden, eingetreten ist. Bei niedrigen Wasserständen war dies erst etwa bei Bursfelde, 18,5 km unterhalb Hann.-Münden, der Fall. Der Versuch sollte daher zwischen Bursfelde und dem 44 km unterhalb Hann.-Münden liegenden Carlshafen ausgeführt werden; für den Fall, daß sich diese Strecke als zu kurz erweisen sollte, war in Aussicht genommen, sie bis Bodenwerder, etwa 111 km unterhalb Hann.-Münden, zu verlängern, wobei der Einfluß des Diemelwassers hätte gebührend berücksichtigt werden müssen. Die Vorbereitungen für den Versuch waren getroffen, die Leitfähigkeitsapparate in Bursfelde und in Carlshafen aufgestellt, als der Krieg ausbrach und die bei dem Versuch beteiligten Hilfskräfte zum Heere abberief. Es blieb nichts anderes übrig, als den Versuch abzubrechen. Eine Möglichkeit, ihn inzwischen auszuführen, hat sich bisher nicht ergeben.

Übrigens hat Tjaden[1]) einen ähnlichen Versuch bereits ausgeführt; er hat im Oktober/November 1913 bei einigermaßen konstanter Wasserführung die Verhältniszahlen zwischen dem Salzgehalt des Werrawassers bei Hann.-Münden und demjenigen des Weserwassers bei Dörverden in entsprechenden Zeiten ermittelt. Da das Wasser, um von Hann.-Münden bis nach Dörverden zu gelangen, etwa 5 Tage braucht, so wurden die entsprechenden Proben in Dörverden immer 5 Tage später entnommen, als die in Hann.-Münden. Aus den Durchschnittszahlen, die bei der Untersuchung der entnommenen Wasserproben erhalten wurden, ergibt sich, daß sich der Chlorgehalt des Weserwassers bei Dörverden zu dem des Werrawassers bei Hann.-Münden wie 1 zu 3,3, die Härten wie 1 zu 1,8 und der Chlormagnesiumgehalt wie 1 zu 2,5 verhalten. Da die Wasserführung zwischen der Weser bei Dörverden und der Werra bei Münden sich bei Mittelniedrigwasser des Jahres wie etwa 5 zu 1 und bei Mittelwasser des Sommers wie 3 zu 1 verhält, so sprechen nach Tjadens Auffassung die gefundenen Werte nicht gerade für die Selbstreinigung des Flusses von Chlormagnesium.

---

[1]) Die Kaliindustrie und ihre Abwässer, S. 105—107.

Zugleich mit dem an der Weser zwischen Bursfelde und Carlshafen in die Wege geleiteten Versuche war das Gesundheitsamt in eine Nachprüfung der Verfahren von Noll und Precht zur Bestimmung des Chlormagnesiums in Flußwässern eingetreten, um zu ermitteln, ob trotz der keineswegs einwandfreien theoretischen Grundlage der Verfahren doch in den vorkommenden praktischen Fällen die Abweichungen so gering und bei qualitativ gleicher Zusammensetzung des Flußwassers so regelmäßig sind, daß man ihnen durch eine empirisch ermittelte Korrektur hätte begegnen können. Die bisher ausgeführten Versuche nach dem von Precht angegebenen Verfahren, das man streng genommen als ein Verfahren zur Bestimmung des Chlormagnesiums im Abdampfrückstand des versalzenen Flußwassers bezeichnen müßte, haben unzweifelhaft ergeben, daß die Werte für das Chlormagnesium je nach den neben diesem Salz in Lösung befindlichen Ionen im Vergleich zu der tatsächlich zugefügten Chlormagnesiummenge zu niedrig oder zu hoch ausfallen, wie sich dies auch erwarten ließ. Ist Sulfation in erheblicher Menge zugegen, so tritt das als Chlormagnesium in die Lösung gelangte Magnesium beim Abdampfen zum Teil mit diesem zu Magnesiumsulfat zusammen, das in Alkohol nicht löslich ist; ist neben dem Sulfation Chlorion aus Chlornatrium zugegen, so wird wiederum ein Teil des Magnesiumsulfats in Chlormagnesium übergeführt, und die Werte für das Chlormagnesium fallen zu hoch aus. Die Versuche sind aber noch nicht zahlreich genug, um ein abschließendes Urteil über die Größe des Fehlers und damit über die Brauchbarkeit des Verfahrens für praktische Zwecke zu gestatten. Inzwischen haben auch sie abgebrochen werden müssen, da das in der Zahl seiner Arbeitskräfte durch Einberufungen zum Heeresdienst wesentlich geschmälerte chemische Laboratorium des Gesundheitsamts während der Kriegszeit durch Untersuchungen auf dem Gebiete der Volksernährung und für kriegswirtschaftliche Fragen dauernd in weitgehendem Maße in Anspruch genommen ist.

Es mangelt also noch an einem hinreichend sicheren Nachweis über die Möglichkeit, die Bedingungen und die Größe der Abnahme des Magnesiumgehalts eines durch Endlaugen versalzenen Flußwassers. Unter solchen Umständen bleibt gegenwärtig nichts anderes übrig, als bis auf weiteres den Standpunkt einzunehmen, daß die in den Kaliendlaugen enthaltenen und mit diesen den Wasserläufen des Wesergebiets überantworteten anorganischen Stoffe unvermindert im Weserwasser bei Bremen noch vorhanden sind. Sie müssen daher bei der Berechnung der Endlaugenmengen, die den einzelnen Wasserläufen zugeleitet werden dürfen, ihrem vollen Betrage nach in Ansatz gebracht werden. Demgemäß ist in dem nachstehenden Gutachten verfahren worden.

VII. Der ursprüngliche und der derzeitige Härtegrad und Chlorgehalt der einzelnen Flußwässer des Weserstromgebiets.

Die Aufgabe des vorliegenden Gutachtens in seinen folgenden Teilen besteht in der Berechnung des Höchstmaßes an Gesamthärte und Gesamtchlorgehalt, das die für die Versalzung des Weserwassers maßgebenden Flußläufe an ihrer Mündung sollen aufweisen dürfen, ferner in der Ermittelung des für jeden dieser Flußläufe hiernach

duldbaren Zuwachses an Härte und Chlor und schließlich in der Angabe derjenigen Maßnahmen, die zur Sicherheit dafür, daß diese Grenzwerte innegehalten werden, getroffen werden müssen.

Die Möglichkeit einer zuverlässigen Berechnung der für diese Flußläufe statthaften Versalzungen nach Maßgabe dcr für das Weserwasser bei Bremen festgesetzten Werte auf Grund der Ermittelung ihrer Abflußmengen und des Verhältnisses derselben zur Wasserführung der Weser bei Bremen wird freilich von Tjaden[1]) bestritten, „weil der Anteil, den die einzelnen Zubringer an der Wasserführung der Weser bei Bremen haben, ein ständig schwankender ist.“ Letzteres ist zwar richtig, die Lösung der vorliegenden Aufgabe wird dadurch unzweifelhaft auch nicht unerheblich erschwert, gleichwohl aber nicht unmöglich gemacht. Denn es besteht nicht die Absicht, für die verschiedenen hydrologischen Jahreszeiten Durchschnittswerte für das Verhältnis der Wasserführung der einzelnen Zubringer zu derjenigen der Weser aufzustellen, die ein für allemal feststehen, sondern es ist im Gegenteil an die Errichtung einer Aufsichtsstelle gedacht, die die Wasserführung der einzelnen maßgebenden Flußläufe ständig beobachtet und darnach ihre Maßnahmen von Fall zu Fall trifft. Hierfür reicht es aber aus, wenn für eine genügende Zeit im voraus ermittelt werden kann, welchen Anteil an der Wasserführung der Weser bei Bremen die Abflußmengen der einzelnen Zubringerflüsse jeweils haben werden. Eine solche für die in Rede stehenden Zwecke ausreichende Berechnung der einzelnen Anteile ist aber möglich. Abgesehen hiervon wird in einem späteren Abschnitt dieses Gutachtens noch die Möglichkeit und Zweckmäßigkeit einer Verlegung der Schöpfstelle des Wassers für die Bremer Trinkwasserversorgung bis oberhalb der Allermündung erörtert werden. Dadurch würde auch die Beaufsichtigung der Kaliendlaugen-Ableitung im Wesergebiet außerordentlich vereinfacht und die Erreichung ihres Zweckes wesentlich gesichert werden.

Zunächst soll nunmehr die chemische Grundlage angegeben werden, die zur Berechnung des auf den einzelnen Flußlauf entfallenden Zuwachses an Härte und Chlor erforderlich ist, es ist dies eine Übersicht über die Werte für den natürlichen Härtegrad und den natürlichen Chlorgehalt der in Betracht kommenden Wasserläufe in den Zeiten vor der Einleitung von Kaliabwässern. Daran schließt sich eine Übersicht über die derzeitige Beschaffenheit der einzelnen Flußwässer an, um einen Vergleich darüber zu ermöglichen, welche Veränderungen das Wasser inzwischen erfahren hat. Zugleich wird dadurch die Unterlage geschaffen, auf Grund deren sich beurteilen läßt, in welchem Maße die bei den einzelnen Flußläufen festgestellten Verhältnisse einer Neuregelung bedürfen. Damit ist auch einem Einwande Tjadens[2]) begegnet, der es ablehnt, eine Klärung über die Anreicherung des Wassers der einzelnen Flußläufe des Wesergebiets an Salzen „in der Weise herbeizuführen, daß von den für die letzten Jahre ermittelten Zahlen der ursprüngliche Salzgehalt des Wassers der Werra, der Weser bei Dörverden und der Aller vorweg abgezogen und so der Anteil ermittelt“ wird, „welcher auf die eigentliche Anreicherung entfällt“. „Die dazu erforderlichen Unterlagen über die Beschaffenheit des Wassers an den drei in Frage

[1]) Die Kaliindustrie und ihre Abwäser, S. 307.

[2]) a. a. O. S. 113 f.

kommenden Stellen vor Beginn der Kaliindustrie fehlen im Gegensatz zu der Weser bei Bremen so gut wie vollständig, und man würde mit willkürlichen Annahmen" — — — „arbeiten müssen, die sich mit der Verwertbarkeit der Ergebnisse nicht" — — — „vereinigen lassen." „Es kommt auch viel weniger darauf an, für die einzelneu Flußstrecken Vergleiche mit der Vergangenheit zu schaffen, als den gegenwärtigen Zustand genau zu kennen, um von ihm aus die zu erwartenden Veränderungen zu beurteilen." Gerade in Übereinstimmung mit der letzten Ausführung Tjadens soll der derzeitige Zustand der in Frage kommenden Flußwässer zur Beurteilung ihres zu erwartenden Zustandes herangezogen werden, indem die für die einzelnen Wasserläufe als zulässig errechneten Zusätze an Härte und Chlorgehalt mit den an ihnen nach ihrer Versalzung tatsächlich beobachteten Zahlen verglichen und daran auf ihre Stichhaltigkeit geprüft werden.

Es ist einleuchtend, daß bezüglich der Werte für die natürliche Beschaffenheit der in Betracht kommenden Flußwässer nur auf Angaben in der Literatur zurückgegriffen werden kann; denn die Versalzung der Flußläufe ist ein schon jahrelang bestehender Zustand, so daß der Berichterstatter nicht in der Lage war, über den ursprünglichen Zustand dieser Wasserläufe eigene Feststellungen zu machen. Auch hinsichtlich der gegenwärtigen Beschaffenheit der Wässer ist man genötigt, sich zum größten Teil auf die einschlägigen Angaben der Literatur zu stützen. Denn als das Gesundheitsamt mit eigenen Feststellungen beginnen wollte, brach der Krieg aus und schuf auch hinsichtlich der Ableitung der Kaliabwässer und damit hinsichtlich der Zusammensetzung der Flußwässer so sehr von der bisherigen Regel abweichende Zustände, daß die alsdann etwa noch vorgenommene Untersuchung der Flußwässer kein richtiges Bild von ihrer Versalzung ergeben hätte, wie sie vor dem Kriege bestand und nach Wiederkehr der früheren wirtschaftlichen Verhältnisse voraussichtlich wieder zu erwarten sein wird. Soweit solche Feststellungen des Gesundheitsamts aus der Zeit vor dem Kriege vorliegen, sind sie nachstehend mit verwertet und in der Übersicht 25 ausführlich zusammengestellt. Besonders wertvoll ist auch das Untersuchungs-Material, das dem Gesundheitsamt von der Abwasser-Untersuchungsstelle in Hildesheim über die Schunter, die Oker, die Innerste, die Leine, die Aller und die Weser aus den Jahren 1914—1916 in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt worden ist. Ein daraus hergestellter Auszug der in den einzelnen Monaten der genannten Jahre beobachteten niedrigsten und höchsten Werte für die Calcium-, Magnesium- und Gesamt-Härte sowie den Chlorgehalt ist in der Übersicht 24 wiedergegeben.

Die Übersicht beginnt mit den Quellflüssen der Weser, der Fulda und Werra, daran schließt sich der Weserlauf von Hann.-Münden bis oberhalb der Einmündung der Aller, dann folgt das Flußgebiet der Aller mit der Schunter und Oker, der Innerste und Leine und schließlich der Unterlauf der Weser von der Einmündung der Aller bis Bremen.

1. Fulda.

An der oberen Fulda liegen die Werke Neuhof, Ellers und Haidkopf, von denen jedoch nur die Gewerkschaft Neuhof mit einer Kalifabrik seit 1909 im Betrieb ist.

(Bezüglich des Härtegrads und des Chlorgehalts des Fuldawassers vergleiche die 1. Übersicht, S. 356.)

Die Preußische Landesanstalt für Wasserhygiene rechnet in einem im Jahre 1913 erstatteten Gutachten[1]) mit einer natürlichen Härte des Fuldawassers von 6 deutschen Härtegraden und einem mittleren Chlorgehalt von 14 mg im Liter. Nach dem nämlichen Gutachten darf das Wasser der gesamten Fulda durch die Einleitung der Endlaugen nicht über 40° hinaus verhärtet werden und der Chlorgehalt nicht über 400 mg im Liter steigen. Tjaden[2]) äußert sich folgendermaßen: „Die Fulda hat an ihrer Mündung im Laufe des Jahres 1913 das Bild eines salzarmen Flusses geboten. Bei Pegelständen, die Unterschiede von 1,5 m boten, schwankte der Chlorgehalt zwischen 10 und 30 mg im Liter. Die Unterschiede in der Härte waren größer, sie bewegten sich zwischen 3,6° (4. Februar 1913, Pegel bei Cassel + 1,22) und 10,8° (13. September 1913, Pegel — 0,14), und zwar hatte nicht nur das Calcium, sondern auch das Magnesium eine Zunahme erfahren (Calcium von 17 mg auf 55 mg, Magnesium von 5 auf 14 mg)[3]). Das Verhältnis von Chlor zu Magnesium betrug im allgemeinen 2 zu 1. Seit Anfang 1914 ist das Idyll zerstört. Es sind Chlorgehalte beobachtet, die sich 100 mg im Liter näherten, besonders von der zweiten Hälfte des April an war das der Fall." — „Ob die Fabrikationsvorgänge der Gewerkschaft Neuhof sich schon in der vorstehend erörterten Weise geltend machen, wird die Zukunft lehren."

Nach einer Mitteilung Tjadens an das Gesundheitsamt sind im hygienischen Institut zu Bremen vom 1. August 1912 bis 30. April 1918 insgesamt 867 Analysen des Fuldawassers an der Mündung des Flusses vorgenommen worden. Das Mittel der Gesamthärte beträgt

für das Jahr 1912 . . . . 5,9°
„ „ „ 1913 . . . . 7,0°
„ „ „ 1914 . . . . 6,5°
„ „ „ 1915 . . . . 6,3°
„ „ „ 1916 . . . . 6,1°
„ „ „ 1917 . . . . 6.4°
„ „ „ 1918 . . . . 6,2°

Das Gesamtmittel beträgt sonach 6,3°.

Das Gesundheitsamt hat in Untersuchungen, die es von Januar bis Juli 1914 im Wesergebiet ausführte, im Fuldawasser bei Hann.-Münden die folgenden niedrigsten (n) und höchsten (h) Werte gefunden

Ort und Zeit der Entnahme der Wasserproben	Pegelstand (Schleusenoberpegel) m		Ca-Härte D. H.°		Mg-Härte D. H.°		Ges.-Härte D. H.°		Cl mg/l	
	n	h	n	h	n	h	n	h	n	h
Fulda bei Hann.-Münden 31. Januar bis 22. Juli 1914	+ 2,05	+ 3,20	3,1	6,9	0,7	2,6	4,2	9,0	9,5	32,2

[1]) Gutachten vom 14. April 1913, betreffend die Abwasserableitung der von der Gewerkschaft Ellers in Neuhof, Kreis Fulda, zu errichtenden Chlorkaliumfabrik, S. 8.

[2]) Tjaden, Die Kaliindustrie, S. 92.

[3]) Entsprechend 2,4—7,7° Calciumhärte und 1,2–3,2° Magnesiumhärte.

Darnach bietet auch noch im Jahre 1914 die Fulda das Bild eines unversalzenen Flusses; allerdings waren die Pegelstände dauernd hoch. Nur in der Zeit vom 29. April bis 9. Juni wurden hohe Werte für den Chlorgehalt beobachtet (51,6 bis 96 mg im Liter), ohne daß die Magnesium- und Calciumhärte gleichzeitig eine wesentliche Erhöhung erfahren hätten. Es hat sich also offenbar um eine vorübergehende Einleitung kochsalzhaltiger Abwässer gehandelt. Die Mittelwerte aus den Analysen des Gesundheitsamts betragen für die Calciumhärte 5°, für die Magnesiumhärte 1,6°, für die Gesamthärte 6,6°, für den Chlorgehalt 20,8 mg/l.

2. Werra.

In die Werra fließen die Abwässer der Chlorkaliumfabriken Kaiseroda seit 1901, Alexandershall seit 1904, Großherzog von Sachsen seit 1906, Hattorf seit 1909, Wintershall seit 1910. Ferner besitzen Fabriken die Gewerkschaften Sachsen-Weimar, Heimboldshausen sowie Heiligenroda und Dönges in Dorndorf. Außerdem fließen der Werra die Mutterlaugen der Saline Salzungen zu.

(Bezüglich des Härtegrads und des Chlorgehalts des endlaugenfreien Werrawassers vergl. die 2. Übersicht S. 356 f.)

Nach Tjaden[1]) beträgt im Oberlaufe der Werra der mittlere Gehalt an Calcium 60 bis 70 mg im Liter, entsprechend 8,4 bis 9,8 D. H.°, an Magnesium 15 bis 18 mg im Liter, entsprechend 3,6 bis 4,1 D. H.°, Gesamthärte 12 bis 13 D. H.°, Chlor 20 bis 30 mg im Liter.

Die in die 2. Übersicht mit aufgenommenen Analysen der Proben von Buchenau und Heringen sind offenbar, wenn auch nicht erheblich, schon durch Zuflüsse von Kaliabwässern beeinflußt, wie sich durch die Erhöhung der Werte für die Magnesiumhärte und den Chlorgehalt kundgibt. Die natürliche Zusammensetzung des Wassers der Werra auf ihrem mittleren Lauf wird daher richtiger durch die aus den Analysen der Proben oberhalb Tiefenort erhaltenen Mittelwerte ausgedrückt. Die aus der Rhön kommenden Zuflüsse Felda und Ulster ändern an dieser Zusammensetzung nichts Wesentliches[1]). Dagegen fließen der Werra an ihrem Mittel- und Unterlauf die Hörsel, die Frieda und die Wehra zu, die ein Wasser mit nicht unbeträchtlichem Gehalt an Calciumsulfat führen. Die von Tjaden[2]) im Herbst 1912 bei mittleren Wasserständen vorgenommenen Untersuchungen ergaben

	Ca-Härte D. H.°	Mg-Härte D. H.°	Gesamt-Härte D. H.°	Chlorgehalt mg/l
für die Hörsel . .	26,3	6,0	32,3	34
„ „ Frieda . .	21,1	6,2	27,3	20
„ „ Wehra . .	24,2	7,4	31,6	10
im Mittel	23,9	6,5	30,4	21

Diese 3 Flüsse entwässern ein Gebiet von zusammen 1418 qkm, während auf die Werra insgesamt 5505 qkm entfallen. Die Abflußmenge der Werra beträgt bei mitt-

[1]) Vergl. Tjaden, Die Kaliindustrie, S. 92.
[2]) Ebenda S. 94.

lerer Wasserführung 33 cbm/sek. (vergl. die 26. Übersicht, S. 384); die gleichwertige Abflußmenge der in Rede stehenden Flüsse ist nicht bekannt, man wird sie auf etwa 6 cbm/sek. schätzen dürfen. Alsdann erhält man für die natürliche Zusammensetzung des Wassers der Werra an ihrer Mündung bei Hannov.-Münden die folgenden Werte:

für die Calciumhärte . . . . $\frac{8,4 \times 27 + 23,9 \times 6}{33} = 11,2^{0}$,

für die Magnesiumhärte . . . $\frac{2,1 \times 27 + 6,5 \times 6}{33} = 2,9^{0}$,

für die Gesamthärte . . . . $\frac{10,5 \times 27 + 30,4 \times 6}{33} = 14,1^{0}$,

für den Chlorgehalt . . . . $\frac{84,5 \times 27 + 21 \times 6}{33} = 73$ mg/l.

Diese Zahlen sind als Schlußwerte in die 2. Übersicht eingesetzt.

In der 3. Übersicht sind Analysen des endlaugenhaltigen Werrawassers zusammengestellt. Diese sind indessen so zahlreich, daß darauf verzichtet werden mußte, sie alle einzeln aufzuführen. Bei der Wiedergabe dieser Analysen wurde daher so verfahren, daß, soweit es durchführbar erschien, alle Analysen, die bei annähernd gleichem Pegelstand ausgeführt wurden, zusammengefaßt und aus ihnen die ermittelten niedrigsten und höchsten Werte ausgezogen wurden. In allen ähnlichen Fällen ist auch bei den anderen Flußläufen in gleicher Weise verfahren worden.

Die Proben des versalzenen Werrawassers sind bei Creuzberg und Hann.-Münden entnommen; an beiden Orten enthält das Werrawasser bereits alle Kaliabwässer, die ihm zugeleitet werden. (Vergl. die 3. Übersicht, S. 357.)

Die im versalzenen Werrawasser bei Hann.-Münden ermittelten niedrigsten und höchsten Werte betragen für die Calciumhärte 6,5 bis 22°, für die Magnesiumhärte 3,2 bis 32,3°, für die Gesamthärte 9,7 bis 50°, für den Chlorgehalt 213 bis 1740 mg im Liter. Aus den in der 3. Übersicht zusammengestellten Zahlen geht einerseits die außerordentlich hohe und schwankende Versalzung der Werra in den Jahren 1911 bis 1913 hervor. Andererseits ergibt sich daraus, daß die Chlorwerte in keiner regelmäßigen Beziehung mehr zu den Werten für die Magnesiumhärte stehen, daß vor allem also kochsalzhaltige Abwässer zum Abfluß gelangten, die größtenteils von der Aufarbeitung der Löserückstände an der Werra, ja sogar von dem Einspülen dieser Rückstände in den Flußlauf herrührten. Daß diese Mißstände bis in die neueste Zeit bestehen, ist an einer früheren Stelle in diesem Gutachten bereits erörtert worden (vergl. S. 282 f.).

3. Mittlere Weser.

Unmittelbare Ableitungen von Kaliabwässern fließen der Weser auf der Strecke bis Nienburg nur seitens der Bergbau-Akt.-Ges. Justus bei Bodenfelde zu. Das Werk ist zurzeit stillgelegt.

(Bezüglich des Härtegrads und Chlorgehalts des endlaugenfreien Wassers der mittleren Weser vergl. die 4. Übersicht, S. 358).

Für das endlaugenfreie Weserwasser bei Hann.-Münden nach dem Zusammenfluß von Werra und Fulda liegen Untersuchungen nicht vor; seine Zusammensetzung ist

aber unschwer aus derjenigen des Werra- und Fuldawassers an ihren Mündungen zu berechnen. Die Abflußmenge der Fulda bei mittlerer Wasserführung ist 38 cbm/sek., die der Werra 33 cbm/sek. (vergl. die 26. Übersicht, S. 384), mithin die der Weser beim Zusammenfluß der beiden Quellflüsse 71 cbm/sek. Für die natürliche Zusammensetzung des Weserwassers bei Hann.-Münden ergeben sich somit die folgenden Werte:

für die Calciumhärte . . . . $\frac{5 \times 38 + 11,2 \times 33}{71} = 7,9^0,$

für die Magnesiumhärte . . . $\frac{1,6 \times 38 + 2,9 \times 33}{71} = 2,2^0,$

für die Gesamthärte . . . . $\frac{6,6 \times 38 + 14,1 \times 33}{71} = 10,1^0,$

für den Chlorgehalt . . . . $\frac{20,8 \times 38 + 73 \times 33}{71} = 45,1$ mg/l.

Diese sind in die 4. Übersicht eingesetzt.

Über die Zusammensetzung des endlaugenfreien Wassers der mittleren Weser liegen Analysen von Kraut (Proben bei Hameln) und von Weineck (Proben bei Nienburg) vor. Die Proben von Kraut sind bei sehr niedrigen Wasserführungen (49,5 und 60,5 cbm/sek.; vergl. Vogel, 1913, S. 496) entnommen und kommen für eine Feststellung der Zusammensetzung des Weserwassers oberhalb der Allermündung auch deshalb nicht in Betracht, weil Hameln zu erheblich flußaufwärts liegt. Dagegen wären bei Nienburg entnommene Proben hierfür geeignet. Die von Weineck ausgeführten Analysen sind jedoch leider für den vorliegenden Zweck größtenteils nicht brauchbar, weil die Werte für die Calciumhärten bei 3 von den 5 Analysen zweifellos zu hoch ausgefallen sind, obwohl die Proben bei Wasserständen entnommen sind, die wesentlich über dem Mittelniedrigwasser des Jahres (— 0,17) liegen. Calciumhärten von 14,1° und 15,8° müssen für das endlaugenfreie Wasser der mittleren Weser nach den sonst über dieses Wasser auch nach seiner Verhärtung vorliegenden Analysen als völlig abnorm angesehen werden, wie u. a. aus einer Betrachtung der vom Gesundheitsamt gefundenen Werte in der 25. Übersicht hervorgeht. Auch der Wert von 11,4° bei einem Pegelstand von + 0,92 ist als unwahrscheinlich hoch anzusehen. Es bleiben daher nur 2 Analysen als brauchbar übrig, die aber bei den hinsichtlich der Nienburger Proben überhaupt bestehenden Zweifeln besser auch unberücksichtigt bleiben. Der Originalmitteilung von Weineck[1]) läßt sich über die Umstände, unter denen die Analysen ausgeführt wurden, nichts entnehmen. Auch Tjaden[2]) hat bezüglich dieser Analysen ähnliche Bedenken geäußert. Unter diesen Umständen bleibt nichts anderes übrig, als die Zusammensetzung des endlaugenfreien Weserwassers oberhalb der Allermündung zu berechnen, und zwar aus der Zusammensetzung des Weserwassers bei Bremen und des Allerwassers an der Mündung. Das Weserwasser bei Bremen besaß vor Einleitung der Kaliabwässer im Mittel 8,0° Calcium-, 2,3° Magnesium- und 10,3° Gesamthärte, sowie einen Chlorgehalt von 42,5 mg/l (vergl. S. 275 und 279); für das Allerwasser an der Mündung ergeben sich die entsprechenden Werte

[1]) Zeitschrift für angewandte Chemie 1892, Heft 2, S. 50.

[2]) Die Kaliindustrie, S. 102.

zu 8,7°, 2,4° und 11,1° sowie 45,3 mg/l (vergl. die 14. Übersicht, S. 367). Die durchschnittliche Wasserführung der Weser bei Bremen beträgt 242 cbm/sek (vergl. die 26. Übersicht, S. 384). Man erhält also für die Härten und den Chlorgehalt des Weserwassers bei Dörverden oberhalb der Allermündung folgende Ansätze:

$$\left[242 \times \begin{cases} 8,0 \\ 2,3 \\ 10,3 \\ 42,5 \end{cases} - 95 \times \begin{cases} 8,7 \\ 2,4 \\ 11,1 \\ 45,3 \end{cases}\right]$$ geteilt durch 147, die durchschnittliche Wasserführung der Weser oberhalb der Allermündung (vergl. die 26. Übersicht, S. 384).

Daraus berechnen sich für das Weserwasser oberhalb der. Allermündung die nachstehenden Werte für die

Ca-Härte	Mg-Härte	Gesamthärte	den Chlorgehalt
7,6°	2,2°	9,8°	40,7 mg/l.

Zur Berechnung der Zusammensetzung des Wassers der mittleren Weser, d. i. das Wasser der Weser von Hann.-Münden bis Dörverden oberhalb der Allermündung ohne Fulda- und Werrawasser mit einer durchschnittlichen Wasserführuug von 76 cbm/sek. (vergl. die 26. Übersicht, S. 384), ist in entsprechender Weise zu verfahren, indem von den soeben für das Weserwasser bei Dörverden berechneten Werten die für das Weserwasser bei Hann.-Münden auf S. 301 ermittelten Werte, geteilt im Verhältnis der zugehörigen Wasserführungen, abgezogen werden. Man erhält also folgende Ansätze

$$\left[147 \times \begin{cases} 7,6 \\ 2,2 \\ 9,8 \\ 40,7 \end{cases} - 71 \times \begin{cases} 7,9 \\ 2,2 \\ 10,1 \\ 45,1 \end{cases}\right]$$ geteilt durch 76.

Die Rechnung ergibt für das Wasser der mittleren Weser die nachstehenden Zahlen für die

Ca-Härte	Mg-Härte	Gesamthärte	den Chlorgehalt
7,3°	2,2°	9,5°	36,6 mg/l.

Es berechnen sich somit für die natürliche Zusammensetzung des Weserwassers an den verschiedenen Stellen des Stromes die folgenden Werte für die

	Ca-Härte	Mg-Härte	Gesamthärte	den Chlorgehalt
Weser bei Hann.-Münden . .	7,9°	2,2°	10,1°	45,1 mg/l
Mittlere Weser	7,3°	2,2°	9,5°	36,6 „
Weser bei Dörverden . . .	7,6°	2,2°	9,8°	40,7 „
Weser bei Bremen	8,0°	2,3°	10,3°	42,5 „

Da bei der durchnittlichen Wasserführung das Wasser der Weser bei Dörverden aus dem Wasser bei Hannov.-Münden und dem mittleren Weserwasser zu nahezu gleichen Teilen besteht, so muß es eine mittlere Zusammensetzung zwischen jenen Wässern aufweisen, da die Weser auf ihrem Mittellauf Zuflüsse nicht empfängt, die das Wasser wesentlich verändern. Dies ergibt sich ohne weiteres aus der vorstehenden Zusammenstellung.

Was die Beschaffenheit des Wassers der mittleren Weser nach der Einleitung von Kaliabwässern anlangt, so geht aus den in der 5. Übersicht, S. 358 f. mitgeteilten

Zahlen hervor, daß nur in dem wasserknappen Jahre 1911 die für das Weserwasser bei Bremen festgesetzten Grenzwerte überschritten worden sind. In den Jahren 1912 und 1913 traten solche Überschreitungen nur ganz vereinzelt auf. Im Jahre 1914, in dem die Wasserführung während der Beobachtungszeit allerdings sehr groß war, blieben die ermittelten Werte durchgehends hinter diesen Grenzwerten zurück. Das Weserwasser bei Dörverden kann mit dem von Nienburg ohne weiteres verglichen werden, da die Weser zwischen beiden Orten Ableitungen aus Chlorkaliumfabriken und Nebenflüsse nicht erhält.

Aus den Zahlen für die Jahre 1911 und 1911—1913 wurden für die Weser bei Hameln, Nienburg und Dörverden Mittelwerte berechnet. Darnach beträgt die Calciumhärte der Weser bei Dörverden etwa 10,3°, die Magnesiumhärte etwa 5,0°, die Gesamthärte etwa 15,3° und der Chlorgehalt etwa 183 mg/l. Diese Werte sind in die 22. Übersicht eingesetzt worden.

4. Schunter.

In die Schunter werden Kaliabwässer eingeleitet von den Gewerkschaften Beienrode seit Dezember 1899 und Asse seit April 1902.

(Bezüglich des Härtegrads und Chlorgehalts des endlaugenfreien Schunterwassers vergl. die 6. Übersicht, S. 360.)

Es erübrigt sich, alle im Schunter-, Oker-, Aller-Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats angeführten Analysen des versalzenen Schunterwassers hier mitzuteilen, da die durch die regellose Ableitung der Abwässer der Gewerkschaften Beienrode und Asse verursachten Mißstände als überwunden gelten können. Es seien daher nur die in der 7. Übersicht zusammengestellten Untersuchungen des versalzenen Schunterwassers hier wiedergegeben (vgl. die 7. Übersicht, S. 360).

Der Reichs-Gesundheitsrat hat die natürliche Härte des Schunterwassers zu rund 20° und den natürlichen Chlorgehalt zu 50 mg im Liter angenommen und die duldbare zusätzliche Verhärtung des Schunterwassers auf 30—35° festgesetzt. Er geht davon aus, daß in den chlormagnesiumhaltigen Endlaugen der Chlorkaliumfabriken 1° Härte 11,7 mg Chlor entspricht; folglich entsprechen 30 bis 35° Zusatzhärte 351—409 mg Chlor im Liter. Die höchste zulässige Versalzung des Schunterwassers beträgt demnach 55° Härte und 450 mg Chlor im Liter[1]). Nach den den Gewerkschaften Beienrode und Asse erteilten Genehmigungen darf das Schunterwasser nicht über 55° Härte und 450 mg Chlor im Liter versalzen werden. Die von der Abwasser-Untersuchungsstelle in Hildesheim in den Jahren 1914—1916 ausgeführten Untersuchungen zeigen, daß bezüglich der Härte diese Grenze innegehalten wurde, nicht dagegen die Chlorgrenze, die im Dezember 1914 mit 470, im Juni, Juli und August 1915 mit 500, 570 und 480, im November 1915 mit 470 und im November 1916 mit 480 mg im Liter überschritten wurde. Immerhin beweist die verhältnismäßig geringe Anzahl der Überschreitungen, daß die vom Reichs-Gesundheitsrat festgesetzten Grenzen von der Industrie an der Schunter innegehalten werden können.

---

[1]) a. a. O. S. 73 und 155.

5. Oker.

Die Oker empfängt unterhalb Braunschweig bei Veltenhof die Abwässer der Chlorkaliumfabriken von Thiederhall seit 1891, von Asse seit 1903 und von Hedwigsburg seit 1908. Durch die Schunter, die bei Walle in die Oker mündet, fließen ihr seit 1899 und 1902 die Abwässer der Chlorkaliumfabriken von Beienrode und Asse zu. In Groß-Schwülper unterhalb des Einflusses der Schunter sind die Abflüsse aller 4 Fabriken in der Oker vereinigt.

(Bezüglich des Härtegrads und Chlorgehalts des endlaugenfreien Okerwassers vergl. die 8. Übersicht, S. 361.)

Das Okerwasser ist also salzärmer als das Schunterwasser, sein Chlorgehalt ist etwa der gleiche. Der Reichs-Gesundheitsrat hat im Schunter-Oker-Aller-Gutachten die mittlere natürliche Härte des Okerwassers zu 10° und den mittleren natürlichen Chlorgehalt zu 50 mg angenommen.

Auch bei der Oker erscheint es zwecklos, alle Analysen mitzuteilen, die das genannte Gutachten über das versalzene Flußwasser vor dem Jahre 1906 enthält. Es genüge, aus diesem Zeitraum eine Analysenreihe des Jahres 1904 anzuführen[1]).

Dagegen erscheinen Analysen aus späteren Jahren wichtig, um festzustellen, ob die durch den Reichs-Gesundheitsrat für die Oker für Härte und Chlorgehalt festgesetzten Grenzen von 40 bis 45 Härtegraden und 400 bis 450 mg Chlor im Liter, deren Innehaltung den beteiligten Werken seitens der Aufsichtsbehörden vorgeschrieben ist, auch tatsächlich nicht überschritten werden. Es sind daher in der 9. Übersicht Analysen wiedergegeben, die einerseits von Vogel[2]) in den Jahren 1910 und 1911 im Okerwasser bei Müden, wo die Oker in die Aller mündet, andererseits von der Abwasser-Untersuchungsstelle in Hildesheim im Okerwasser bei Meinersen, etwas oberhalb der Okermündung, in den Jahren 1914 bis 1916 ausgeführt wurden[3]). Schließlich folgen noch Untersuchungen, die das Gesundheitsamt in der Oker bei Wolfenbüttel im Jahre 1914 begonnen hatte, bei Kriegsausbruch aber hatte abbrechen müssen[4]). Nach Lage der Verhältnisse müßte angenommen werden, daß das Okerwasser bei Wolfenbüttel durch Kaliendlaugen nicht verändert ist, sondern seine natürliche Beschaffenheit noch besitzt. Dagegen war von Tjaden[5]) durch Untersuchung von Proben des Okerwassers, die bei Wolfenbüttel unterhalb des Einflusses der Altenau entnommen waren, unzweifelhaft nachgewiesen worden, daß trotz dem bestehenden Verbot die Oker durch die Altenau mit Kaliendlaugen verunreinigt worden war. Nach den Untersuchungen des Gesundheitsamts erscheinen solche Verunreinigungen im Jahre 1914 auch nicht gänzlich ausgeschlossen, wie sich aus den namentlich im April und Mai ermittelten Chlorzahlen ergibt. Einer Mitteilung von Geheimrat Beckurts zufolge ist im Jahre 1914 seitens der Gewerkschaft Asse ein neuer Schacht niedergebracht und

[1]) a. a. O. S. 47.
[2]) Vogel, 1913, S. 517 f.
[3]) Vergl. Übersicht 24.
[4]) Vergl. die 25. Übersicht.
[5]) Tjaden, Kaliindustrie, S. 296 ff.

dadurch der Oker durch die Altenau Schachtwasser zugeführt worden. Auch von Vogel sind Überschreitungen der vom Reichs-Gesundheitsrat festgesetzten Grenzwerte des Okerwassers beobachtet worden (vgl. die 9. Übersicht, S. 361 f.).

6. Innerste.

Der Innerste werden die Abwässer der Gewerkschaft Carlsfund in Groß-Rhüden bei Derneburg seit 1900 und der Aktiengesellschaft Salzdetfurth in Salzdetfurth bei Düngen seit 1902 zugeleitet. Außerdem gelangt ein Teil der Abwässer des Königlichen Salzbergwerks Hercynia in Vienenburg mittelbar durch die Klüfte des Kahnsteins seit 1889 in den Flußlauf. Nach einem Gutachten der Königlich Preußischen Deputation für das Medizinalwesen darf die Innerste durch Zuleitung von Endlaugen nicht über 30° verhärtet werden[1]).

(Bezüglich des Härtegrads und Chlorgehalts des endlaugenfreien Innerstewassers vergl. die 10. Übersicht, S. 362.)

Das im Mai 1891 untersuchte Wasser war offenbar schon durch die Abwässer von Vienenburg beeinflußt; immerhin ist auch dieses Wasser noch als ein salzarmes weiches Wasser zu bezeichnen, als welches sich das ursprüngliche Wasser der Innerste kennzeichnet. Jedoch steigert sich die natürliche Härte des Wassers infolge des Zuflusses von Nebengewässern mit hartem Wasser im weiteren Verlaufe des Flusses. Untersuchungen des versalzenen Flußwassers sind von der Abwasser-Untersuchungsstelle in Hildesheim seit 1914 dauernd ausgeführt worden. Darnach ist im Oktober 1914, im Mai bis November 1915 andauernd und im August, September und November 1916 die für die Innerste festgesetzte Härtegrenze überschritten worden.

Vogel[2]) teilt nur folgendes Analysenmaterial des versalzenen Innerstewassers mit:

		Pegel Marienburg	Ca-Härte D. H.°
Entnahmestelle	1. März 1907	+ 0,85 m	8,75
an der	6. „ „	+ 0,25 „	10,25
Hohnser Brücke	7. „ „	+ 0,36 „	11,25
bei Hildesheim	8. „ „	+ 0,36 „	11,00

Inzwischen ist von der Königl. Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene das bereits erwähnte Gutachten über die Ableitung von Kaliendlaugen in die Leine und Innerste erstattet worden. Auch bei dieser Untersuchung ergab sich, daß die Innerste ein ursprünglich weiches Wasser führt, das im weiteren Flußlauf teils durch natürliche Zuflüsse, teils durch die Aufnahme von Kaliendlaugen verhärtet wird. Der Einfluß der letzteren tritt zuerst oberhalb Ringelheim durch die Erhöhung der Härte und des Chlorgehalts hervor, wo die Innerste das durch die Versenkung der Langelsheimer Abwässer in den Kahnstein versalzene Grundwasser aufnimmt. An der Mündung der Innerste betrug die Härte 30°, diese war an keiner Stelle des Flußlaufs überschritten (vgl. die 11. Übersicht, S. 363).

Auf Grund ihrer Untersuchungen haben die Berichterstatter der Landesanstalt die in der Übersicht 11a zusammengestellten Grenzwerte für die bei den einzelnen

[1]) Vergl. Schunter-Oker-Aller-Gutachten S. 72.

[2]) Vogel, 1913. S. 514.

Wasserführungen der Innerste zulässige Verhärtung des Innerstewassers berechnet, auf die bei Besprechung der Leine noch näher einzugehen sein wird. Sie fordern schließlich, daß die Ableitung der Salzwässer der Wasserführung der Vorflut derartig anzupassen sei, daß in der Innerste der durch Kaliabwässer bedingte Härtezuwachs bei einer Wasserführung bei Heinde bis zu 13,5 cbm/sek. nicht mehr beträgt als 13°, von 13,5—19 cbm/sek. nicht mehr als 12° und bei einer Wasserführung von mehr als 19 cbm/sek. nicht mehr als 11°, wobei 30° Gesamthärte und 300—350 mg/l Chlor nicht überschritten werden dürfen (vergl. die Übersicht 11a, S. 363).

7. Leine.

Der Leine fließen die Abwässer der Gewerkschaften Siegfried I in Vogelbeck oberhalb Salzderhelden seit 1908, Hohenzollern in Freden unterhalb Freden seit 1901, Desdemona zu Alfeld unterhalb Alfeld seit 1905, Frischglück in Eime bei Banteln, sowie durch die Innerste die Abwässer der Werke Herzynia seit 1889, Carlsfund seit 1900 und Salzdethfurth seit 1902 zu. Wirklich frei von Endlauge ist daher die Leine unterhalb der Innerstemündung nur vor dem Jahre 1889; doch ist der Einfluß der Abwässer von Hercynia nur gering zu veranschlagen, da nur ein Teil davon in die Innerste gelangt. Man kann daher das Leinewasser bis vor der Einleitung der Abwässer von Carlsfund in die Innerste im Jahre 1900 als so gut wie endlaugenfrei betrachten.

Mit Rücksicht auf die Wasserversorgung von Hannover und die ständig befürchtete Beeinflussung des Grundwassers, dem Hannover das Wasser für seine Trinkwasserversorgung entnimmt, durch die Leine ist diese einer der am zahlreichsten untersuchten Flüsse geworden. In der 12. Übersicht sind die Analysen zusammengestellt, die sich auf das endlaugenfreie Leinewasser in seinem Oberlauf bis oberhalb Hannover beziehen (vergl. die 12. Übersicht, S. 364).

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, daß die Leine von Anfang an ein hartes Wasser führt, das unterhalb Northeim auch einen erheblichen Chlorgehalt aufweist, ein Hinweis darauf, daß die Leine hier von einem salzhaltigen Grundwasserstrom Zufluß erhält.

Für die Leine oberhalb Hannover ergeben sich die Mittelwerte für die Calciumhärte 14,4°, für die Magnesiumhärte 4,2°, für die Gesamthärte 18,7° und für den Chlorgehalt 77 mg/l. Die Zuflüsse, die die Leine unterhalb Hannover erhält, sind Heide- und Moorflüsse mit weichem Wasser. Die Härte der Leine erfährt also auf der Strecke zwischen Hannover und der Mündung bei Bothmer noch eine Abnahme. Die durchschnittliche Wasserführung der Leine beträgt 44 cbm/sek. (vergl. die 26. Übersicht, S. 385). In dem Leinegutachten der Landesanstalt für Wasserhygiene wird die Gesamthärte der Leine an der Mündung bei Wasserführungen zwischen 40,9 und 48,1 cbm/sek. zu 15,0° — 13,7° angegeben (vergl. Übersicht 13a, S. 366); dies würde für eine Wasserführung von 44 cbm/sek. eine Härte von 14,4° ergeben. Zu einem ähnlichen Wert gelangt man, wenn man von den für das Leinewasser bei Hannover festgestellten Werten ausgeht und diese im Verhältnis der durchschnittlichen Wasserführungen teilt. Nach Tabelle 8 des Leinegutachtens ist die durchschnittliche

Wasserführung der Leine bei Hannover 36 cbm/sek. Man erhält also die für die Leinemündung gültigen Werte durch Multiplikation der oben angegebenen Zahlen mit $\frac{36}{44}$. Dies ergibt für die Leinemündung die Calciumhärte 11,8°, die Magnesiumhärte 3,4°, die Gesamthärte 15,2° und den Chlorgehalt 63 mg/l. Diese Werte sind in die Übersichten 12 und 22 eingesetzt.

In der 13. Übersicht (S. 364 ff.) ist ein Überblick über die an dem versalzenen Flußwasser vom Jahre 1900 ab ausgeführten Analysen gegeben, aus denen hervorgeht, daß, von wenigen Ausnahmen abgesehen, eine Härte von 30° und ein Chlorgehalt von 300 mg/l nicht überschritten worden ist. Nur im Juli bis Dezember 1911 finden sich dauernd nicht unerheblich erhöhte Werte dafür, die in der Wasserknappheit dieses Jahres ihre Erklärung finden.

Die letzte in der 13. Übersicht angeführte Untersuchung der Leine[1]) ist dem Leinegutachten der Landesanstalt für Wasserhygiene entnommen. Wesentliche Abweichungen von den bisherigen Beobachtungen hat diese Untersuchung nicht erkennen lassen. Bemerkenswert daran ist die Feststellung, daß die eigentlichen Leinequellen am Schöckengrund und am Lippegrund ein sehr weiches, salzarmes Wasser aufweisen, daß die Leine jedoch durch das Wasser der von der Bevölkerung als Leinequellen bezeichneten Zuflüsse bei Leinefelde bereits in ihrem Quellgebiet stark verhärtet wird.

Das wiederholt angeführte Gutachten der Königl. Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene war veranlaßt durch die Anträge von sechs im Leine-Innerste-Gebiet belegenen Gewerkschaften im Jahre 1914 um Genehmigung einer erhöhten Carnallitverarbeitung. Diese Anträge, gegen die in großer Zahl Einsprüche erhoben worden waren, wurden vom Bezirksausschuß in Hildesheim abgelehnt. Auf die dagegen von den Gewerkschaften beim Landeswasseramt in Berlin erhobene Beschwerde ersuchte dieses die Landesanstalt für Wasserhygiene um Abgabe eines Gutachtens. Die Berichterstatter, Thumm, Groß und Kolkwitz, haben ihre Feststellungen auf die Einwirkung des versalzenen Innerste- und Leinewassers auf die fischereilichen und die landwirtschaftlichen Verhältnisse, auf die Gewerbebetriebe und auf die städtischen und verwandten Wassergewinnungsanlagen im Leinegebiet und an der Weser bei Bremen ausgedehnt. Ihre Beobachtungsergebnisse sind, soweit sie die drei erstgenannten Gebiete betreffen, schon an früheren Stellen dieses Gutachtens ausführlich verwertet worden; auch ihre Feststellungen und Schlußfolgerungen bezüglich der Trinkwasserversorgung Bremens wurden bereits eingehend erörtert. Hinsichtlich ihrer Untersuchung der Wasserversorgung von Salzderhelden, Gronau und Elze, der Wasserwerke der Stadt Hildesheim, der Domänen Poppenburg und Ruthe, der Städte Sarstedt und Hannover sei hier kurz folgendes zusammengefaßt[2]). Die Bewohner der Heldenbergerstraße in Salzderhelden geben an, auf das Leinewasser für Wirtschaftszwecke angewiesen zu sein. Demgegenüber wird in dem Gutachten darauf hingewiesen,

[1]) Es wurden auch die Nebengewässer der Leine eingehend untersucht; die dabei erhaltenen Ergebnisse sind in der Übersicht fortgelassen.

[2]) Vergl. a. a. O., Heft 23, S. 165 ff.

daß gegen die Verwendung von unfiltriertem Leinewasser zur Speisenbereitung an sich schon hygienische Bedenken ohne Rücksicht auf seinen Salzgehalt bestehen und daß das Wasser schon wegen seiner natürlichen Härte für Wäschereizwecke wenig geeignet ist. Die Brunnen der Städte Elze und Gronau sowie das Domänenwasserwerk Poppenburg sind von der Leine als unbeeinflußt anzusehen. Das Poppenburger Wasserwerk der Stadt Hildesheim kann höchstens, wenn die Leine ausufert, in Mitleidenschaft gezogen werden. Das gleiche scheint beim Sarstedter Wasserwerk möglich zu sein, wenn die Innerste das Gelände überschwemmt. Mehr als die Wasserwerke von Hildesheim und Sarstedt scheint das Domänenwasserwerk Ruthe von dem Vorflutwasser beeinflußt zu sein. Vor allem aber wird in dem Gutachten eine Beeinträchtigung der Wasserwerke zu Ricklingen und Grasdorf der Stadt Hannover durch das Leinewasser angenommen, und zwar bei allen Wasserständen der Leine. Diese Feststellung wird von Vogel, Beckurts und von Stille[1]) bestritten, die einen solchen Einfluß der Leine nur bei Hochwasser gelten lassen. Infolge dieser Beziehungen zwischen der Leine und der Wasserversorgung von Hannover sowie der Einwirkung des Leinewassers auf die Wasserversorgung von Bremen wird in dem Gutachten die Forderung erhoben, daß die Leine hinsichtlich ihres Salzgehaltes den Bedingungen zu entsprechen habe, die an ein Flußwasser bei seiner Verwendung zu Trinkzwecken zu stellen seien. Mit Rücksicht auf die in der Landesanstalt für Wasserhygiene von Stooff ausgeführten Schmeckversuche an Kaffee- und Teeaufgüssen[2]) wird daher eine Zusatzverhärtung von nur 6 bis 8° und dementsprechend ein Chlorzuwachs von 6 bis $8 \times 20 = 120$ bis 160 mg/l für die Leine an der Mündung zugelassen. Die in dem Gutachten berechneten Grenzwerte für den Härte- und Chlorzuwachs, sowie die sich daraus ergebenden Grenzwerte für die Gesamthärte und den Gesamtchlorgehalt des Leinewassers sind in der Übersicht 13a zusammengestellt (vergl. die Übersicht 13a S. 366).

Den Berechnungen des den verschiedenen Wasserführungen entsprechenden natürlichen Gehaltes des Leinewassers an Härte und Chlor liegen die Angaben zugrunde, die der Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene darüber von dem Leiter der Abwasser-Untersuchungsstelle in Hildesheim, Dr. Prütz[3]) gemacht worden und in der Übersicht 13b wiedergegeben sind (vgl. Übersicht 13b, S. 367).

Die Zahlen werden im Gutachten als ziemlich hoch, gleichwohl aber als eine geeignete Grundlage bezeichnet, da sie die Sicherheit bieten, daß der für die Versalzung zulässige Zuwachs nicht zu hoch angesetzt wird. Das Gutachten gelangt schließlich zu dem Endergebnis, daß die Ableitung der Salzwässer der Wasserführung der Leine so anzupassen ist, daß der durch Kaliabwässer bedingte Härtezuwachs in der Leine bei einer Wasserführung bei Grasdorf bis zu 72 cbm/sek. nicht mehr beträgt als 8°, bei einer Wasserführung von 72 — 107 cbm/sek. nicht mehr als 7° und von mehr als 107 cbm/sek. nicht mehr als 6° mit der Einschränkung, daß dabei

[1]) Vergl. Vogel, 1914, S. 38 ff.
[2]) Vergl. Abschnitt IV dieses Gutachtens.
[3]) Vergl. a. a. O., Heft 23, S. 112 und 252.

30° Gesamthärte und 300 — 350 mg/l Chlor nicht überschritten werden[1]). Bei der Innerste mit einer etwa siebenmal geringeren Wasserführung wurde dieselbe Gesamtversalzung, also eine verhältnismäßig viel höhere Versalzung zugelassen, da eine Verwendung der Innerste zur Trinkwasserversorgung nicht in Betracht kommt.

Auf Grund dieser Zahlen wird die Salz-Aufnahmefähigkeit der Leine bei Grasdarf im Jahre auf 7502862 dz, also auf den Arbeitstag auf 25009 dz Carnallitverarbeitung berechnet. Die bisher genehmigte — ausgenützte und nicht ausgenützte — Verarbeitung beträgt für die Leine oberhalb Hannover werktäglich 16250 dz, so daß eine Menge von 8759 dz Rohsalz für die Neugenehmigung übrig bliebe. Es wird jedoch empfohlen, zu der bisher für jedes der Werke zugelassenen Verarbeitungsmenge von 1250 dz eine Neuverarbeitung von nur 4500 dz, also für jedes der 6 Werke 750 dz werktäglich zu gestatten, während diese die zusätzliche Verarbeitung von je 3000 dz täglich beantragt hatten. Diese Beschränkung sei erforderlich, obwohl für die Leine die Zulassung einer größeren Verarbeitungsmenge möglich wäre, mit Rücksicht auf die Innerste, die eine höhere Belastung nicht vertrage, und mit Rücksicht auf die Ableitung der Schachtabwässer, für die ein angemessener Spielraum bleiben müsse. Unter den für die Ableitung der bei jedem der 6 Werke anfallenden Abwassermengen in dem Gutachten angegebenen Bedingungen könnten in einem Jahr mit mittlerer jährlicher Abflußmenge die Abwässer von der Vorflut gerade noch ohne Überschreitung der zulässigen Höchstwerte von Härte und Chlor aufgenommen werden; in trockenen Jahren, in denen die jährliche Abflußmenge unter dem Mittel bleibt, müsse daher die Rohsalzverarbeitungsmenge entsprechend eingeschränkt, oder es müßten die entstehenden Endlaugen durch Eindampfen unschädlich gemacht werden[2]). Aufhaltebecken waren bei den Werken bisher mit einer Ausnahme nicht zugelassen; statt dessen soll die Anlage solcher Becken in einem Umfang nunmehr vorgeschrieben werden, daß darin die Abwassermenge von 6 Monaten gespeichert werden kann. Hierdurch wie auch durch die der Wasserführung angepaßte Versalzungsgrenze soll an Stelle einer wechselnden eine gleichmäßige mittlere Versalzung auch in Zeiten der Wasserknappheit, also im hydrologischen Sommerhalbjahr, herbeigeführt werden, wenn gerade in den Städten der Wasserverbrauch am höchsten ist[3]).

Schließlich wird empfohlen, die Genehmigung zur Ableitung der Kaliabwässer nicht auf die Dauer, sondern nur für eine bestimmte Zeit — 20 Jahre — zu erteilen[4]). Es wird dafür geltend gemacht, daß, wenn auch gegenwärtig eine anderweitige zweckmäßige Beseitigung der Kaliendlaugen noch nicht aufgefunden worden sei, eine befriedigende Lösung der Frage in der Zukunft doch nicht ausgeschlossen erscheine. Dazu komme, daß bei einer stetigen Weiterentwickelung der Kaliindustrie doch einmal mit dem Zeitpunkt gerechnet werden müsse, zu dem die Aufnahmefähigkeit der Vorfluter für die Kaliendlaugen erschöpft sei; dann würde die Frage nach einer anderweitigen Beseitigung der Abwässer ohnedies an die Kaliindustrie

---

[1]) Vergl. a. a. O., Heft 28, S. 283.
[2]) Ebenda S. 257—262.
[3]) Ebenda S. 264, S. 235 ff.
[4]) Ebenda S. 284 und 280.

herantreten und zu einer Lösung zwingen. Im öffentlichen Interesse müsse in dieser Hinsicht die Bewegungsfreiheit gewahrt werden; dies könne nur auf dem Wege der Verleihung auf eine begrenzte Zeit geschehen.

Zwei Punkte sind für die Entscheidung in diesem Gutachten wesentlich, die Annahme, daß die Trinkwasserversorgung Hannovers von der Leine bei allen Wasserständen beeinflußt wird, und die Festsetzung der Grenzen für den Härte- und Chlorzuwachs dieses Flußlaufs auf Grund der von Stooff ausgeführten Schmeckversuche an Kaffee- und Teeaufgüssen, also auf Grund des neu eingeführten Begriffs der „Grenze der Wahrnehmbarkeit". Wenn man auch dem Gutachten in der Annahme folgt, daß die Leine nicht bloß bei hohen, sondern auch bei mittleren und niedrigen Wasserständen auf das Grundwasser versalzend einwirkt, dem Hannover sein Trinkwasser entnimmt, so wird man doch der Festsetzung eines Härtezuwachses von 6 bis 8° für die Leine ebensowenig wie für die Weser zustimmen können. Denn ein bestimmter Nachweis dafür, daß bei Annahme der Versalzungsgrenze, wie sie der Reichs-Gesundheitsrat im ersten Teilgutachten für das Weserwasser als duldbar befunden hat, für die Leine das Leitungswasser in Hannover als Trinkwasser unbrauchbar werden würde, ist in dem Gutachten der Landesanstalt nicht geführt. Es ist vielmehr nur das Ergebnis der Versuche Stooffs auf den Fall der Leine angewendet worden, nachdem die Feststellung getroffen war, daß das Leinewasser als Trinkwasser beurteilt werden müsse.

Das Preußische Landeswasseramt hat daraufhin am 3. Oktober 1917 folgende Entscheidung getroffen.

Den antragstellenden Werken wird gestattet, statt der bisherigen Menge von täglich je 1250 dz je 2250 dz Rohcarnallit werktäglich zu verarbeiten; ferner wird ihnen die Verarbeitung von weiteren je 250 dz Carnallit zugebilligt für die Zeit, innerhalb deren die Gewerkschaft Hermann II von der Befugnis, Kaliabwässer in die Leine abzulassen, nicht Gebrauch macht oder diese auf eine Verarbeitung von werktäglich 3000 dz Carnallit einschränkt. Das Landeswasseramt erblickt in der Ableitung der Endlaugen in die Flüsse nur einen Notbehelf und nicht eine endgültige Lösung der Frage einer zweckmäßigen Beseitigung der Abwässer, es stehe vielmehr zu erwarten, daß bessere Lösungen dafür werden gefunden werden; die Verleihung wird daher nur auf 20 Jahre gewährt. Den von der Landesanstalt für Wasserhygiene aufgestellten, der jeweiligen Wasserführung der Leine und Innerste angepaßten Grenzwerten für den Härte- und Chlorzuwachs, sowie den Grenzwerten für die Gesamtversalzung tritt das Landeswasseramt bei. Dadurch sei eine das zulässige Maß überschreitende Beeinträchtigung der Trinkwasserversorgung ausgeschlossen; der Schutz der hannoverschen Wasserwerke genüge auch für die anderen durch Leine und Innerste beeinflußten Wasserversorgungsanlagen. Ebenso wird für Bremen unter diesen Bedingungen eine Gefährdung seiner Trinkwasserversorgung nicht befürchtet. In der Benutzung des Wassers für hauswirtschaftliche Zwecke trete keine wesentliche Veränderung ein, und für die Viehtränke sei bei den bestimmten Härtegrenzen jede nachteilige Wirkung ausgeschlossen. Auch für die Landwirtschaft würden daraus unmittelbare Nachteile nicht erwachsen. Schädigungen durch Flußwasser, das bei

Überflutungen zurückbleibt und sich durch Verdunstung an Magnesium und Chlor anreichert, könne durch planmäßige Meliorationen weitgehend begegnet werden. Um eine Grundlage zur Feststellung solcher Schäden zu schaffen, wird die Aufnahme des Kulturzustandes und Aufwuchses der landwirtschaftlich benutzten Grundstücke im Überschwemmungsgebiet der in Betracht kommenden Wasserläufe auf Kosten der antragstellenden Werke angeordnet. Für Fischzucht und Fischbestand beständen bei den bestimmten Härtegrenzen gleichfalls keine Nachteile; die Fischnahrung insbesondere werde nicht nachteilig beeinflußt werden. Für die gewerblichen Betriebe wird ein wesentlicher Vorteil darin erblickt, daß durch die verbesserte Regelung der Abwässerfrage eine größere Gleichmäßigkeit in der Belastung der Vorfluter mit Kaliabwässern und eine gewisse Entlastung der niederen und mittleren Wasserführung erzielt wird. Schädigungen durch die Verhärtung des Flußwassers und Aufwendungen für die Enthärtung sind von den einleitenden Werken zu vergüten, soweit sie nachweislich auf die Einleituug von Kaliabwässern zurückzuführen sind. Hinsichtlich der Schädigungen, die die gewerblichen Unternehmungen im besonderen durch die Einleitung der Kaliabwässer erleiden können, tritt das Landeswasseramt dem Gutachten der Landesanstalt für Wasserhygiene bei; etwa festgestellte Schäden würden in Geld auszugleichen sein. Zur Herbeiführung einer gleichmäßigen Ableitung der Abwässer werden Aufhaltebecken zugelassen und ihr Fassungsraum so bemessen, daß der Abwasseranteil von vier Monaten darin gespeichert werden kann. Das Landeswasseramt rechnet schließlich mit einer zuverlässigen, unabhängigen, mit amtlicher Eigenschaft ausgestatteten Flußüberwachung. Inwieweit dazu die Beteiligten, nachdem sie sich zu einer Gesellschaft oder Genossenschaft vereinigt haben, herangezogen werden können, bleibt vorbehalten. Das Landeswasseramt ist also von dem Gutachten der Landesanstalt für Wasserhygiene im wesentlichen nur darin abgewichen, daß es den Werken eine zusätzliche Verarbeitung von je 1000 bezw. 1250 dz Rohcarnallit zugebilligt hat, während die Landesanstalt eine solche von nur je 750 dz als zulässig erachtet hatte; in allen übrigen Punkten von Bedeutung ist das Landeswasseramt dem Gutachten gefolgt, so namentlich auch hinsichtlich der Versalzungsgrenzen und ihrer Begründung.

8. Aller.

Der Aller werden oberhalb der Okermündung die Abwässer der Gewerkschaft Einigkeit seit 1904 durch den bei Brenneckenbrück in die Aller mündenden Allerkanal zugeleitet; von 1904 bis 1913 flossen ihr die Abwässer der Gewerkschaft Burbach bei Groß-Bartensleben zu, und zwar sowohl Carnallit-Endlaugen als auch kochsalzhaltige Abwässer von der Hartsalz-Verarbeitung. Seit 1913 werden die Abwässer der Gewerkschaft Burbach jedoch der Elbe zugeführt. Oberhalb Groß-Bartensleben gelangen keine Kaliabwässer in die Aller, nur zeitweise sind ihr dort Schachtwässer zugeflossen. Dagegen empfängt die Aller bis Groß-Bartensleben 5 Zuflüsse, von denen die rechtsseitigen stark gipshaltig sind und daher das Allerwasser stark und wechselnd verhärten. Zwischen Groß-Bartensleben und dem 10,9 Kilometer unterhalb liegenden Weferlingen tritt dann noch der Gipsbach hinzu mit einer Calcium-Härte bis zu 61,5° und einer Gesamt-Härte bis zu 69,1°. Unterhalb Weferlingen nimmt die Härte des

Allerwassers wieder stark ab durch den Zufluß von Bächen mit weichem Moorwasser. Unterhalb der Leinemündung treten noch folgende Ableitungen von Kaliendlaugen in die Aller. Seit 1911 die Abwässer der Bergwerks-Gesellschaft Aller-Nordstern zu Großhäuslingen unterhalb Rethem, seit 1912 die Abwässer der Gewerkschaft Carlsglück (Chemische Fabriken Rudolphus) oberhalb Verden, seit 1913 die Abwässer der Kaliwerke Grethem-Büchten zu Ahlden unmittelbar unterhalb der Leinemündung bei Grethem.

(Bezüglich des Härtegrads und Chlorgehalts des endlaugenfreien Allerwassers vergl. die 14. Übersicht, S. 367.)

Die Aller ist somit bis Weferlingen ein Fluß mit sehr hartem Wasser; die natürliche Calciumhärte schwankt hier zwischen 20 bis 34°, auch die Magnesium-Härte mit 6 bis 11° ist hoch. Im weiteren Laufe des Flusses sinken die Werte jedoch sehr schnell, so daß zwischen Allerkanal und Okermündung ein Wasser fließt, das mit einer Gesamt-Härte zwischen 4,5 bis 9,2° als fast salzarm bezeichnet werden kann.

Maßgebend für die natürliche Beschaffenheit des oberen Allerwassers sind die von Brandmüller in den Jahren 1886 und 1887 oberhalb Celle, also oberhalb der Leinemündung, ausgeführten 5 Analysen. Diese sind auch in das Schunter-Oker-Allergutachten (S. 52, Tabelle 31) aufgenommen, dort aber falsch berechnet worden, so daß die Werte für die Gesamthärte dort durchgehends um etwa 2° zu niedrig angegeben sind. Die Durchschnittswerte aus diesen 5 unter sich gut übereinstimmenden Analysen betragen für die

Ca-Härte,	Mg-Härte,	Gesamthärte,	den Chlorgehalt:
8,1°	2,1°	10,2°	40,8 mg/l.

Diese Werte sind für das endlaugenfreie Allerwasser bei Celle in die 14. und 22. Übersicht eingesetzt.

Für das Allerwasser unterhalb der Leinemündung steht nur eine Analyse von Kraut[1]) vom 5. Oktober 1901 zur Verfügung. Diese Probe ist oberhalb Verden entnommen und ergab für die Calciumhärte 9,4°, für die Magnesiumhärte 4,1°, für die Gesamthärte 13,5° und für den Chlorgehalt 131 mg/l; sie ist, wie sich aus der Magnesiumhärte und dem Chlorgehalt ergibt, aber schon deutlich durch Kaliabwässer beeinflußt und daher für den vorliegenden Zweck nicht brauchbar. Man ist also für die Beurteilung der natürlichen Zusammensetzung des unteren Allerwassers wiederum auf eine Berechnung angewiesen. Mit Ausnahme der Leine erhält die Aller unterhalb Celle nur noch Flachlandflüsse aus Moor- und Heidegebiet, über deren Wasserbeschaffenheit und Wasserführung nichts bekannt ist; doch handelt es sich ausnahmslos um weiche Wässer, deren Mengen, nach einer Mitteilung von Obermedizinalrat Dr. Tjaden, nicht gering sind. Ein Urteil über ihren Einfluß gewinnt man, wenn man die für die Aller bei Celle ermittelten Zahlen im Verhältnis der durchschnittlichen Wasserführungen der oberen und unteren Aller teilt. Dieses Verhältnis ist 20,6 : 30,4 (vergl. die 26. Übersicht). Alsdann ergeben sich für das untere Allerwasser die Calciumhärte 5,5°, die Magnesiumhärte 1,4°, die Gesamthärte 6,9° und der Chlorgehalt 27,6 mg/l.

[1]) Vergl. Vogel, 1913, S. 516.

Man wird der wahren natürlichen Zusammensetzung des Wassers der unteren Aller daher nahe kommen, wenn man dafür die folgenden Werte einsetzt für die

Ca-Härte,	Mg-Härte,	Gesamthärte,	den Chlorgehalt:
6°	1,5°	7,5°	30,° mg/l.

Nunmehr läßt sich die Zusammensetzung des Allerwassers an der Mündung des Flusses aus derjenigen des unteren Allerwassers und des Leinewassers berechnen. Auf die durchschnittliche Wasserführung der Aller an der Mündung von 95 cbm/sek entfallen 51 cbm/sek auf die Aller und 44 cbm/sek auf die Leine (vergl. die 26. Übersicht). Man erhält also die folgenden Ansätze:

$$\left[51 \times \begin{cases} 6 \\ 1,5 \\ 7,5 \\ 30,0 \end{cases} + 44 \times \begin{cases} 11,8 \\ 3,4 \\ 15,2 \\ 63,0 \end{cases} \right] \text{geteilt durch } 95.$$

und daraus die folgenden Werte für die

Ca-Härte,	Mg-Härte,	Gesamthärte,	den Chlorgehalt:
8,7°	2,4°	11,1°	45,4 mg/l.

Diese Werte wurden in die 14. und 22. Übersicht eingesetzt.

Der Reichs-Gesundheitsrat hat in seinem Schunter-, Oker-, Aller-Gutachten angenommen, daß die mittlere natürliche Härte des Allerwassers bei Müden 10° und sein natürlicher Chlorgehalt 50 mg im Liter beträgt, und hat festgesetzt, daß das Wasser durch Einleitung von Kaliendlaugen bis auf 40 bis 45° Härte und 400 bis 450 mg Chlor im Liter angereichert werden darf. Nach den in der 15. Übersicht, S. 368 f. mitgeteilten Zahlen hat das Allerwasser dieser Bedinguug im Mai 1911 nicht, sonst jedoch durchgehends entsprochen.

9. Weser bei Bremen.

Hinsichtlich des natürlichen Härtegrads und Chlorgehalts des Weserwassers bei Bremen stützt sich das erste Teilgutachten wie alle übrigen Gutachten und Veröffentlichungen, in denen sich die einzelnen Sachverständigen mit der Frage der Einleitung von Kaliabwässern in die Wasserläufe des Weserstromgebiets beschäftigt haben, auf die Untersuchungen über die Beschaffenheit des Bremer Leitungswassers, die der Direktor des Bremischen Staats-Laboratoriums, Professor Dr. Janke im Jahre 1904 veröffentlicht hat[1]). Janke hat in den Jahren 1882 bis 1884 16 Analysenreihen durchgeführt zum Vergleich der Beschaffenheit des Weser-Rohwassers, und zwar oberhalb und unterhalb der Stadt, mit dem Bremer Leitungswasser[2]). Die dabei gefundenen Unterschiede in der Zusammensetzung des Wassers sind in der Regel nicht erheblich. In der Zusammenstellung dieser Analysen auf Seite 369 sind die Zahlen für das Rohwasser oberhalb der Stadt, wo solche vorhanden waren, andernfalls diejenigen für das Leitungswasser wiedergegeben. Von diesen 16 Analysen ist eine (vom Juni 1884) nicht brauchbar, weil darin die Werte für Kalk und Magnesia fehlen. Außerdem hat Janke in den Jahren 1884, 1886 und 1891 7 Analysenreihen ausgeführt, die-

[1]) Das Chemische Staatslaboratorium zu Bremen 1877 bis 1901, Bremen 1904, S. 42—57.
[2]) a. a. O. S. 50, 51 und 57.

jenigen aus den Jahren 1884 und 1886 bei Hochwasser, die anderen zur Feststellung etwaiger Unterschiede des Wassers am rechten und linken Ufer und in der Mitte des Stroms; diese Analysen sind gleichfalls in die angeschlossene 16. Übersicht, S. 369 aufgenommen. Schließlich hat Janke noch aus den Jahren 1880 bis 1901 eine große Übersicht über monatlich vorgenommene Untersuchungen des Bremer Leitungswassers mitgeteilt[1]). Diese sind bereits im IV. Abschnitt dieses Gutachtens (vergl. S. 272 bis 274) Gegenstand eingehender Erörterungen gewesen; dort wurde auch auseinandergesetzt, weshalb die Analysen für die Berechnung zuverlässiger Werte für die natürliche Härte des Weserwassers nicht brauchbar sind. Hierfür sind auch die in die 16. Übersicht mit aufgenommenen Analysen aus den Jahren 1884, 1886 und 1891 nicht herangezogen worden; denn die Analysen in den beiden erstgenannten Jahren wurden bei außergewöhnlich hohen Wasserständen ausgeführt, während die Analysen im Jahre 1891, für die ein Pegelstand nicht angegeben ist, umgekehrt bei einem sehr niedrigen Wasserstand vorgenommen sein müssen, wie sich aus den hohen Werten für Härte und Chlorgehalt ergibt. Im ersteren Fall dagegen sind diese Werte der Natur der Sache nach außergewöhnlich niedrig ausgefallen. Die Verwendung auch dieser Analysen für die Berechnung der Härte und des Chlorgehalts des Weserwassers würde also unzweifelhaft zu einem falschen Ergebnis geführt haben. Somit bleiben für eine zuverlässige Berechnung des ursprünglichen Härtegrads und Chlorgehalts des Weserwassers bei Bremen nur die ersten 15 in der 16. Übersicht aufgeführten Analysen Jankes aus den Jahren 1882 bis 1884 übrig.

Die in dieser Übersicht für die Calcium-, Magnesium- und die Gesamt-Härte der ersten 15 Analysen berechneten Zahlen weichen von den von Tjaden[2]) mitgeteilten Werten durchgehends etwas ab, sie sind sämtlich etwas höher als die von Tjaden berechneten Werte. Dies erklärt sich einerseits daraus, daß Tjaden die von Janke für das Bremer Leitungswasser ermittelten Werte benutzte, während zu den Zahlen der vorstehenden Übersicht von den vielfach etwas höheren Werten für das Flußwasser ausgegangen wurde. Dies erschien geboten, weil es sich um die Beurteilung des ursprünglichen Flußwassers, nicht des durch Filtration, wenn auch unerheblich, veränderten Leitungswassers handelt. Dann hat Tjaden bei der Umrechnung der Werte für Kalk und Magnesia in den Jankeschen Analysen auf Calcium und Magnesium offenbar andere Atomgewichte benutzt. Für die Berechnung der Werte in der 16. Übersicht sind die Atomgewichte von 1915 angewandt worden. Auch in den Chlorwerten finden sich kleine Abweichungen zwischen den vorstehenden und den Tjadenschen Zahlen, die sich gleichfalls daraus erklären, daß in dem einen Falle die Werte für das Flußwasser, im andern Falle die für das Leitungswasser in die Rechnung eingesetzt wurden. Dagegen stimmen die Zahlen gut mit denen überein, die Vogel[3]) angeführt hat. Nur für den August und September 1883 finden sich Abweichungen, die sich aus den verschiedenen Rechnungsunterlagen (Flußwasser, Leitungswasser), die in diesen beiden Fällen benutzt wurden, erklären.

---

[1]) a. a. O. S. 42—47.
[2]) Tjaden, Gutachten 1912, S. 16, Tabelle 6; die Kaliindustrie und ihre Abwässer S. 78.
[3]) Vogel 1913, S. 522.

Aus den Analysen der Jahre 1882/84 ergibt sich, daß je nach der Wasserführung die Calcium-Härte Schwankungen zwischen 6,2 bis 9,6° unterlegen hat, während die Werte für die Magnesium-Härte zwischen 1,6 und 2,8° lagen; die Gesamt-Härte bewegte sich zwischen den Werten 7,9 bis 12,4°. Die höchsten Werte wurden im September 1883 beobachtet. Damals betrugen die Calcium-Härte 9,57°, die Magnesium-Härte 2,80° und die Gesamt-Härte 12,37°. Die kleinsten Werte finden sich im Januar 1884 mit 6,25° für die Calcium-, 1,61 für die Magnesium- und 7,86° für die Gesamt-Härte. Im Oktober 1891 hat die Calcium-Härte den Wert 10,75° und die Gesamt-Härte den Wert 13,71° erreicht. Der Chlorgehalt schwankte in den Jahren 1882/1884 zwischen 21,8 und 65,6 mg/l, im Oktober 1891 hat er zwischen 63,9 und 67,4 mg/l betragen. Als Mittelwerte aus sämtlichen 15 Analysen der Jahre 1882/1884 berechnen sich

für die Calcium-,	Magnesium-,	Gesamt-Härte,	den Chlorgehalt
8,01°	2,28°	10,29°	42,5 mg/l

Bei 3 von diesen 15 Analysen fehlt die Angabe des Pegelstandes. Für die Ermittelung von Mittelwerten, die den verschiedenen Wasserführungen entsprechen, verbleiben somit nur 12 Analysen, und zwar für die niedrige Wasserführung (Pegelstand —0,65 bis —0,60 m) 3 Analysen, für die mittlere Wasserführung (Pegelstand —0,35 bis —0,16 m) 4 Analysen und für die hohe Wasserführung (Pegelstand + 0,75 bis + 1,53 m) 5 Analysen. Aus diesen berechnen sich die folgenden Mittelwerte:

	für die Calcium-,	Magnesium-,	Gesamt-Härte,	den Chlorgehalt
bei niedriger Wasserführung	9,27°	2,58°	11,85°	54,5 mg/l
„ mittlerer „	8,27°	2,44°	10,71°	50,3 „
„ hoher „	7,00°	1,91°	8,91°	29,1 „

Tjaden[1]) rechnet mit folgenden Werten:

	für die Gesamt-Härte,	den Chlorgehalt
bei niedriger Wasserführung	11,5°	65 mg/l
„ mittlerer „	9,0°	50 „
„ hoher „	7,5°	25 „

Wagner[2]) nimmt bei mittlerer Wasserführung eine natürliche Gesamthärte von 10° und einen Chlorgehalt von 40 bis 50 mg/l an.

Den Rechnungen in diesem Gutachten werden die nachstehenden Werte zugrunde gelegt werden:

	Gesamt-Härte	Chlorgehalt
für die niedrige Wasserführung (bis etwa 140 sek/cbm)	12°	60 mg/l
„ „ mittlere „ (von „ 180—300 „)	10°	50 „
„ „ hohe „ („ „ 300—400 „)	9°	30 „

Bei Abflußmengen zwischen 140—180 sek/cbm wird mit 11° Gesamthärte und 55 mg/l Chlor, bei Abflußmengen über 400 sek/cbm mit 8° Gesamthärte und 25 mg/l

[1]) Die Kaliindustrie, S. 79.
[2]) Wesergutachten 1914, S. 20 u. 81.

Chlor gerechnet werden. Die entsprechenden Zuwachswerte betragen somit 8°, 10° und 11° bezw. 9° und 12° für die Härte und 190, 200 und 220 mg/l bezw. 195 und 225 mg/l für den Chlorzuwachs. Diese Werte dürften den Interessen der Beteiligten in gleicher Weise gerecht werden.

Zum Vergleich mit den Zahlen in der 16. Übersicht seien zunächst die von Tjaden aus dem Jahre 1904 für das endlaugenhaltige Weserwasser angegebenen Zahlen, umgerechnet auf Calcium- und Magnesium-Härte, mitgeteilt[1]) (vergl. die 17. Übersicht, S. 370).

Aus dieser Übersicht ergibt sich, daß bei mittlerer Wasserführung die Magnesium-Härte um 1° und der Chlorgehalt um etwa 20 bis 25 im Liter gestiegen sind, die Calcium-Härte mit 8,0 bis 8,7° aber unverändert geblieben ist; ihr Mittelwert beträgt 8,4°. Der höchste Wert für letztere wurde mit 11,1° bei einer Wasserführung von 83 cbm/sek. beobachtet und ist nur wenig höher als der höchste Wert 10,75 aus dem Oktober 1891.

Weiterhin folgen die von Tjaden[2]) aus dem Jahre 1911 angeführten Zahlen, die die starke Zunahme der Magnesium-Härte und des Chlorgehalts, dagegen hinsichtlich der Calcium-Härte nur eine belanglose Veränderung zeigen (vergl. die 18. Übersicht, S. 370).

Die Magnesium-Härte ist wieder, und zwar etwa um 2° gestiegen und der Chlorgehalt außerordentlich in die Höhe gegangen. Während im Jahre 1904 die vom Reichs-Gesundheitsrat als zulässig erachteten Grenzwerte für Gesamt-Härte und Chlorgehalt nicht überschritten wurden, ist dies im Jahre 1911 in der Zeit der großen Wasserklemme mehrmals der Fall gewesen. Die Werte für die Calcium-Härte bei mittlerer Wasserführung liegen zwischen 7,4 und 10,1°, der Mittelwert beträgt 9,2°. Im Jahre 1904 lagen die Werte für die Calcium-Härte bei mittlerer Wasserführung zwischen 8 und 8,7 und 1882/84 zwischen 7,1 und 8,9.

Aus den von Tjaden[3]) für 1913 angegebenen Analysenwerten sind in der beigefügten 19. Übersicht nur die für eine Wasserführung von 100 cbm/sek. und für die mittlere Wasserführung von etwa 220 cbm/sek. angeführten Zahlen, nach ihrer Umrechnung auf Härtegrade, wiedergegeben (vergl. die 19. Übersicht, S. 371).

Im Jahre 1913, dem Jahre der fast größten Carnallit-Verarbeitung im Wesergebiet, sind die Härtegrenze von 20° und die Chlorgrenze von 250 mg i. L. in keinem Falle überschritten worden; nur im September 1913 wurde sie einmal erreicht. Auch die Werte für die Magnesium-Härte sind gegen 1911 nur wenig erhöht. Die Calcium-Härte erreicht mit 11,9° ihren höchsten Wert; die Werte für die mittlere Wasserführung liegen zwischen 7,4 und 10,5°, der Mittelwert beträgt 9,5°. Eine Zunahme der Calcium-Härte in den Jahren 1911 und 1913 gegenüber derjenigen von 1882/84 um etwa 1° ist also festzustellen.

Für die Zeit von September 1910 bis Juni 1911 hat Ost in Hannover auf Prechts Veranlassung Analysen des Bremer Leitungswassers ausführen lassen, die von

[1]) Tjaden, Gutachten 1912, S. 16, Tabelle 7.
[2]) Ebenda, S. 17, Tabelle 8.
[3]) Tjaden, Kaliindustrie, S. 87.

Vogel[1]) veröffentlicht sind. Daraus sind in der 20. Übersicht auf S. 371 die für die mittlere Wasserführung erhaltenen Zahlen für Härte und Chlorgehalt ausgezogen.

Hier sind die bei einer Wasserführung von 205 bis 220 cbm/sek. für die Calcium-Härte gefundenen Werte 8,9 bis 10,4°, im Mittel 9,6°, wiederum um etwa 1° höher als die entsprechenden Werte von 1882/84. Späterhin sind in dem von Ost geleiteten chemisch-technischen Laboratorium der Technischen Hochschule zu Hannover die Analysen an monatlichen Durchschnittsproben ausgeführt worden, die so gewonnen waren, daß Wasserproben an jedem Tage entnommen und miteinander vermischt wurden. Eine Durchschnittsprobe aus dieser Mischung diente dann allmonatlich zur Analyse. Wenn auch durch ein solches Verfahren die Bewegungen in der Zusammensetzung des Wassers im Zusammenhang mit der Wasserführung, seine wirklichen niedrigsten und höchsten Werte nicht festgestellt werden, so haben doch diese Analysen ihren unzweifelhaften Wert, weil sie die durchschnittliche Zusammensetzung des Flußwassers in den einzelnen Monaten und Jahren erkennen lassen. Die Ergebnisse dieser Analysen sind von Precht[2]) veröffentlicht worden. Die daraus berechneten Durchschnittswerte für die mittlere Zusammensetzung des Weserwassers in den Jahren 1911—1915 finden sich am Schlusse der 22. Übersicht wiedergegeben. Aus den von Precht veröffentlichten Zahlen geht hervor, daß die Grenze von 20° Härte und 250 mg/l Chlor nur in der Zeit vom Juli bis November 1911, der Zeit der großen Wasserknappheit, erreicht und überschritten, daß aber selbst in den Jahren der größten Carnallit-Verarbeitung, 1912 und 1913, die Härte wie die Chlorgrenze nicht erreicht wurde, daß also die Kaliindustrie des Wesergebiets mit diesen Grenzen auskommen kann.

Die Calcium-Härte schwankte

1911	zwischen	6,2	und	11,6°,	das Jahresmittel betrug	9,70°
1912	„	7,4	„	9,9°,	„ „ „	8,50°
1913	„	7,5	„	10,7°,	„ „ „	9,37°
1914	„	6,9	„	10,1°,	„ „ „	8,92°
1915	„	7,2	„	10,8°,	„ „ „	9,29°

Nach den weiter oben mitgeteilten Analysen von Tjaden und von Ost schwankte die Calcium-Härte bei mittlerer Wasserführung

1904	zwischen	8,0	und	8,7°,	der Mittelwert betrug	8,4°
1911	„	7,4	„	10,1°,	„ „ „	9,2°
1913	„	7,4	„	10,5°,	„ „ „	9,5°
1910/11	„	8,9	„	10,4°,	„ „ „	9,6°

Der Durchschnitt aus den vorstehenden 9 Mittelwerten beträgt 9,2°, ist also um 1° höher, als der entsprechende Durchschnittswert 8,0° bis 8,3° der Jahre 1882/84. Zu dem gleichen Ergebnis gelangte Precht[3]), während Keller (vergl. S. 271) eine Erhöhung um 2° annimmt. Die vorstehende Rechnung befindet sich in guter Über-

---

[1]) Vogel, 1913, S. 523.

[2]) Vergl. Precht, Chemische Untersuchungen des Weserwassers bei Bremen in den 5 Jahren von 1911—1915. Kali, X, 1916, Heft 3, S. 4.

[3]) Berechnungen der Salzlösungen pp. Die Chemische Industrie 1916, Nr. 3/4, S. 6.

einstimmung mit der im IV. Abschnitt (S. 274—276) durchgeführten Rechnung über das Maß der Zunahme der Gesamt-Härte, soweit sie nicht durch den Zuwachs an Magnesium Härte herbeigeführt ist. Daß diese Zunahme der Calcium-Härte und die dadurch bedingte Zunahme der Gesamt Härte nicht dazu führen kann, den in dem ersten Teilgutachten für die natürliche Gesamt-Härte des Weserwassers bei Bremen angenommenen Wert von 10° und die für das endlaugenhaltige Weserwasser festgesetzte Höchstgrenze von 20° abzuändern, wurde bereits im IV. Abschnitt (S. 277 f.) erörtert, so daß hier darauf verwiesen werden kann.

Faßt man die über die Beschaffenheit des Weserwassers bei Bremen mitgeteilten Zahlen zusammen, so gelangt man zu folgenden Ergebnissen.

Die Calcium-Härte ist seit dem Jahre 1882 um etwa 1° gestiegen und beträgt bei einer mittleren Wasserführung jetzt etwa 9,2°; dieser Anstieg bleibt bei den Berechnungen in diesem Gutachten aus den erörterten Gründen jedoch außer Betracht. Die natürliche Magnesium-Härte liegt bei mittlerer Wasserführung etwa bei 2,3°. Die Magnesium-Härte ist im Verlaufe des Jahre bis auf 5 bis 6° gestiegen; der Zuwachs an Magnesium-Härte beträgt etwa 3° in guter Übereinstimmung mit dem in Abschnitt IV hierfür theoretisch berechneten Wert. Der Chlorgehalt des Weserwassers hat erheblich zugenommen, durchschnittlich um 100 mg/l. Doch ist ein Durchschnittswert schwer anzugeben, da die Chlorzahlen sehr starken Schwankungen unterliegen. Der Chlorzuwachs ist im Verhältnis weit größer, als die Härtevermehrung, ein Beweis dafür, daß der Weser außer Kaliendlaugen auch große Mengen kochsalzhaltige Abwässer zugeflossen sind.

Über die Gesamthärte und den Chlorgehalt des Weserwassers bei Bremen in den Jahren 1915 und 1916 gibt die angeschlossene 21. Übersicht (S. 371), die dem Gutachten der Landesanstalt für Wasserhygiene über die Leine und Innerste[1]) entnommen ist, Auskunft; die darin zusammengestellten Werte sind vom Hygienischen Institut in Bremen ermittelt worden. Die niedrigste Härtezahl war 7,45°, die höchste 18,5°; die niedrigste Chlorzahl betrug 32,0 mg/l, die höchste 216,0 mg/l. Die vom Reichs-Gesundheitsrat festgesetzten Höchstwerte sind also in keinem Falle erreicht worden. Im hydrologischen Sommerhalbjahr hat sich die Härte zwischen 15—17,5° bewegt, während sie im hydrologischen Winterhalbjahr zwischen 7,5—15° betrug. Die Chlorgehalte schwankten im Sommer zwischen 125—200 mg/l und im Winter zwischen 25—125 mg/l. Das Gesamtbild ist gegen das des Jahres 1913 nicht wesentlich verschoben.

10. Durchschnittswerte für Härte und Chlorgehalt der verschiedenen Flußwässer im Weserstromgebiet.

In der beigefügten 22. Übersicht (S. 372) sind die Durchschnittswerte für Härte und Chlorgehalt des Wassers der einzelnen Flußläufe im Weserstromgebiet zusammengestellt, wie sie sich auf Grund der vorangegangenen Übersichten ergeben. Der Natur der Sache nach können diese Zahlen nur die Bedeutung von Annäherungswerten besitzen. Namentlich trifft dies für die bei den einzelnen Flußläufen nach der Einleitung

[1]) a. a. O. Heft 28, S. 163.

von. Kaliabwässern berechneten Werte und hier besonders für die Chlorzahlen zu, die ebenso häufig unter- wie überschritten werden können; zudem gelten diese letzteren Durchschnittswerte nur für die in der Übersicht beigefügten Jahre, und die Werte aus verschiedenen Jahren an verschiedenen Orten eines Flußlaufs können nicht ohne weiteres in Beziehung miteinander gesetzt werden. Da diese Zahlen aber nur einen allgemeinen Überblick gewähren und einen Vergleich mit den Zuständen ermöglichen sollen, wie sie sich in den einzelnen Wasserläufen einstellen werden, wenn eine allgemeine Regelung der Ableitung der Kaliabwässer im Weserstromgebiet nach Maßgabe dieses Gutachtens erfolgt ist, so dürften sie für diesen praktischen Zweck genügen und brauchbar sein. Die für die endlaugenfreien Flußwässer in der Übersicht angegebenen Zahlen werden der Berechnung des zulässigen Zuwachses an Härte und Chlorgehalt zugrunde gelegt werden.

In der 23. Übersicht (S. 373 ff.) sind die Mengen von Rohsalzen zusammengestellt, deren tägliche Verarbeitung den Kaliwerken von den Aufsichtsbehörden genehmigt worden ist; zugleich sind darin die Grenzen für Härte und Chlorgehalt angegeben, soweit solche festgesetzt sind, bis zu denen das Wasser der einzelnen Flußläufe durch die Einleitung von Kaliabwässern angereichert werden darf.

Zum Schluß folgen noch die beiden Übersichten 24 und 25 (S. 376—379 und 380—384) über die Untersuchungsergebnisse der Abwässer-Untersuchungsstelle in Hildesheim aus den Jahren 1914—1916 und des Kaiserlichen Gesundheitsamts aus der 1. Hälfte des Jahres 1914, die in den vorangegangenen Übersichten bereits auszugsweise Verwendung gefunden haben.

VIII. Berechnung des höchsten zulässigen Härtegrads und Chlorgehalts für die maßgebenden Flußläufe des Weserstromgebiets.

1. Gleichwertige Abflußmengen der Weser und ihrer Zubringerflüsse.

Nachdem in den vorangegangenen Abschnitten die chemischen Unterlagen entwickelt worden sind, auf die sich die Berechnung des höchsten zulässigen Härtegrads und Chlorgehalts für die maßgebenden Zubringerflüsse der Weser zu stützen haben wird, bedarf es zur Lösung dieser Aufgabe zunächst der Ermittelung der gleichwertigen Abflußmengen dieser Flüsse und der Weser selbst. Das dazu erforderliche und ausreichende Material ist in der bereits früher erwähnten Denkschrift von Keller[1]) enthalten; es ist zum Teil mit Unterstützung des Kaiserlichen Gesundheitsamts durch Bereitstellung einer Hilfskraft für die Zwecke dieses Gutachtens von Keller berechnet worden und kann daher hier ohne weiteres herangezogen werden. Mit Keller soll unter der „gewöhnlichen Abflußmenge“ oder durchschnittlichen Abflußmenge im nachfolgenden diejenige Abflußmenge eines Flußlaufs verstanden werden, die bei der regelmäßigen Beobachtung der Wasserstände des Flusses „in einer nicht zu kurz gewählten Jahresreihe ebenso oft überschritten, wie nicht erreicht worden ist“. Sie unterscheidet sich nach ihm „nur unwesentlich von der sechsmonatigen Abflußmenge,

[1]) Die einheitliche Bewirtschaftung der Kaliabwasser-Einleitungen im Wesergebiet, Berlin 1917, S. 6—9.

die zu 180 Tagen Unterschreitungsdauer gehört". „Abflußmengen, die 150 oder 120 oder 90 Unterschreitungstagen entsprechen, bezeichnen Wasserführungen zwischen Mittel- und Niedrigwasser". „Gleichwertig" im wasserbautechnischen Sinne „sind die Abflußmengen, die an verschiedenen Meßstellen mit derselben Häufigkeit über- oder unterschritten werden". Diese gleichwertigen Abflußmengen sind von Keller berechnet worden. Hierbei wird das zur Erörterung stehende Stromgebiet von ihm gegliedert einerseits in das Wesergebiet mit Werra, Fulda, oberer und mittlerer Weser, andererseits in das Allergebiet mit der oberen Aller bis Celle, der Leine und der unteren Aller. Keller hat darüber für geringe Niedrigwasserführung (Unterschreitungsdauer 1 Tag), reichliche Niedrigwasserführung (Unterschreitungsdauer 60 Tage), geringe Mittelwasserführung (Unterschreitungsdauer 120 Tage) und gewöhnliche Wasserführung (Unterschreitungsdauer 180 Tage) die auf S. 384 f. wiedergegebene Übersicht 26 zusammengestellt. Das Weserwasser bei Bremen setzt sich nach den in dieser Übersicht angeführten Zahlen bei niedriger bis gewöhnlicher Wasserführung aus etwa $^2/_5$ Allerwasser und $^3/_5$ Weserwasser zusammen[1]). Das Wasser der oberen Weser besteht zu etwa gleichen Teilen aus Werra- und Fuldawasser und das Wasser der Weser oberhalb der Allermündung etwa zu je dem 4. Teil aus Werra- und Fuldawasser und zur Hälfte aus dem Wasser der mittleren Weser. Die Aller führt an der Mündung etwa zur Hälfte Leinewasser. Werra und Fulda sind mit $^1/_8$, die obere Aller mit $^1/_{12}$ und die Leine mit $^1/_5$ an der Wasserführung der Weser bei Bremen beteiligt. Bei sehr niedriger Wasserführung unterscheiden sich die Flüsse vom Charakter der Gebirgsflüsse, die Werra, Fulda und obere Aller, insofern von den Flachlandflüssen, der mittleren Weser, der Leine und der unteren Aller, als bei ihnen die Abflußmenge stärker abnimmt, als bei jenen; sie beträgt nur etwa $^1/_3$ der gewöhnlichen Abflußmenge, während die Flachlandflüsse dann noch etwa die Hälfte der gewöhnlichen Abflußmenge führen. Der Grund hierfür findet sich bei Keller[2]) auseinandergesetzt. Hierauf wird bei Bemessung der Menge an Abwässern, die den Gebirgsflüssen bei sehr niedriger Wasserführung überantwortet werden dürfen, zu achten sein. Auch ein anderer Umstand wird bei der Regelung der Abwässer-Einleitung nicht übersehen werden dürfen. Die soeben geschilderten regelmäßigen Beziehungen zwischen den Abflußmengen einerseits des Wesergebiets, andererseits des Allergebiets können starken, mehr oder minder andauernden Änderungen infolge von Niederschlägen und sonstigen Witterungserscheinungen unterworfen sein, da sich diese durchaus nicht gleichmäßig auf die beiden Gebietsteile verteilen und daher das regelmäßige Verhältnis zwischen den Abflußmengen von Weser und Aller in entgegengesetzter Richtung beeinflussen können. Von Keller werden Fälle angeführt, in denen der Anteil des Allerwassers an der Wasserführung der unteren Weser auf $^1/_3$ sinkt oder bis zur Hälfte ansteigt und der Beitrag der Leine auf $^1/_{10}$ fällt oder auf $^1/_4$ anwächst. Es ist einleuchtend, daß solche Schwankungen, mit denen gerechnet werden

---

[1]) Tjaden, die Kaliindustrie, S. 112, nimmt gleichfalls an, daß das Weserwasser bei Bremen zu 4 Teilen aus Allerwasser und 6 Teilen aus Wasser besteht, das die Weser oberhalb der Allermündung zubringt.

[2]) Denkschrift Seite 8/9.

muß, die Beaufsichtigung der Einleitung der Kaliabwässer nicht unbeträchtlich erschweren werden, und um so mehr, als diese Einflüsse sich an der unteren Weser nicht unmittelbar, sondern erst einige Tage später, nachdem sie an den Zubringerflüssen eingetreten sind, geltend machen. Hierauf wird später zurückzukommen sein.

2. Berechnung der Mengen an Kalirohsalzen, die im Wesergebiet unter den für das Weserwasser bei Bremen festgesetzten Versalzungsgrenzen verarbeitet werden können, und der entsprechenden Abwassermengen.

Um die Grenzen für den höchsten zulässigen Härtegrad und Chlorgehalt der einzelnen Zubringerflüsse der Weser berechnen zu können, bedarf es zunächst der Feststellung, wie groß bei den einzelnen Wasserführungen der Weser bei Bremen die Mengen an Kalirohsalzen sind, die im Wesergebiet insgesamt verarbeitet werden dürfen, ohne daß die Grenzen von 20° Härte und 250 mg/l Chlor im Weserwasser bei Bremen überschritten werden. Daraus ergeben sich die entsprechenden Abwassermengen. Der für die Tagesverarbeitung bei gewöhnlicher Abflußmenge der Weser errechnete Wert bildet dann die eigentliche Grundlage für die Ermittelung der zulässigen Tagesverarbeitung an den einzelnen Zubringerflüssen und ihrer zulässigen Versalzung.

Die Unterlagen für diese Rechnungen bieten die in diesem Gutachten bereits erörterten Annahmen, daß auf 1000 dz Rohsalz 51,1 dz Magnesium und 235,7 dz Chlor mit den Abwässern zum Abfluß gelangen, und daß auf 1000 dz Rohsalz 50 cbm Abwässer entstehen (vergl. S. 289—290). Diese Zahlen beruhen auf jahrelangen Erfahrungen, die insbesondere auch Wagner bei seinen vielfältigen Untersuchungen der Kaliabwässer gemacht hat. Allerdings sind diese Zahlen nur aus der Untersuchung solcher Abwässer abgeleitet, wie sie bei der Verarbeitung der Carnallite einschließlich der Kieseritwaschwässer entstehen; auch sind dabei die Salzmengen berücksichtigt, die in Form von Schacht- und Spülwässern in die Flüsse gelangen. Dagegen sind dabei die Abwässer außer acht gelassen, die bei der Hartsalzverarbeitung und neuerdings bei der Herstellung von Kalium-Magnesiumsulfat und Kaliumsulfat entstehen. Es ist bekannt, daß diese Abwässer beträchtlich ärmer an Magnesium und reicher an Chlor sind, als die Carnallit-Abwässer. Es ist also das Verhältnis von Magnesium zu Chlor in ihnen ein anderes als in jenen. Gleichwohl soll im folgenden, soweit es sich um die Berechnung der zulässigen Rohsalzverarbeitung und Abwässerableitung handelt, unter der Rohsalz-Verarbeitung auch die Verarbeitung von Hartsalz mitinbegriffen sein. Der Grund dafür liegt nicht etwa darin, daß bei Berücksichtigung eines jeden Rohsalzes für sich die Rechnung eine ungleich verwickeltere geworden wäre, sondern vielmehr darin, daß unter der Bedingung, daß die Versalzung des Weserwassers bei Bremen bis zu 10 Härtegraden betragen darf, sowie unter der Annahme, daß in den Abwässern 1 Härtegrad 20 mg/l Chlor entspricht und auf 1000 dz 50 cbm Abwasser anfallen, die Grenzen für die zulässige Versalzung der Flüsse im Wesergebiet weit genug gezogen sind, um damit auch den Ansprüchen der Hartsalzverarbeitung und der Kaliumsulfatherstellung vollauf zu genügen. Die Zahlen, die alsbald mitzuteilen sein werden, werden dies zeigen. Dazu kommt, daß in der

Technik Kalisalze noch als Hartsalze bezeichnet werden, die mehr oder weniger reich an Carnallit sind, also Mischsalze zwischen Hartsalz und Carnallit sind.

Wird unter t die Anzahl 1000 dz Rohsalz verstanden, die an einem Kalendertag verarbeitet wird, so fallen im Kalendertag $t \times 51{,}1$ dz Magnesium, also in einer Sekunde $\frac{t \times 51{,}1}{24 \times 60 \times 60} = \frac{t \times 51{,}1}{86400}$ dz Magnesium an, die in den Vorfluter abzuleiten sind. Steht hierfür eine Abflußmenge des Vorfluters von q cbm/sek. zur Verfügung, so enthält das Flußwasser in 1 cbm $\frac{t \times 51{,}1}{86400 \times q}$ dz oder $\frac{t \times 5110}{86400 \times q}$ kg $= \frac{0{,}059 \times t}{q}$ kg Magnesium, also in 1 Liter $\frac{0{,}059 \times t}{q}$ g oder $\frac{59 \times t}{q}$ mg. Da 4,34 mg/l Magnesium gleich 1 deutschen Härtegrad sind, so entsprechen $\frac{59 \times t}{q}$ mg/l Magnesium $\frac{(59 : 4{,}34) \cdot t}{q} = 13{,}6 \times \frac{t}{q}$ deutschen Härtegraden. Mithin ist der Härtezuwachs von $t \times 1000$ dz Rohsalz $h = \frac{13{,}6 \times t^0}{q}$. Den Ausdruck für den Chlorzuwachs Cl erhält man auf demselben Wege. Fallen von 1000 dz Rohsalz 235,7 dz Chlor ab, so entstehen bei einer kalendertäglichen Verarbeitung von $t \times 1000$ dz Rohsalz $t \times 235{,}7$ dz Chlor, also in 1 Sekunde $\frac{t \times 235{,}7}{86400}$ dz. Das Flußwasser enthält somit in 1 cbm $\frac{t \times 235{,}7}{86400 \times q}$ dz oder $\frac{t \times 23570}{86400 \times q}$ kg $= \frac{0{,}272 \times t}{q}$ kg Chlor oder in 1 Liter $\frac{0{,}272 \times t}{q}$ g oder $\frac{272 \times t}{q}$ mg Chlor. $\frac{272 \times t}{q} = 20 \times \frac{13{,}6 \times t}{q}$; folglich ist $1\ Cl = 20\ h$.

Der Chlorzuwachs berechnet sich also aus dem Härtezuwachs durch Multiplikation mit 20. Da im vorliegenden Fall für die Weser bei Bremen der Härtezuwachs und Chlorzuwachs bekannt sind, da sie festgesetzt sind, und die darnach zulässige Verarbeitung an Rohsalzen berechnet werden soll, so sind die beiden vorstehenden Ausdrücke für h und Cl in üblicher Weise nach t umzuformen. Man erhält alsdann $t = \frac{h \times q}{13{,}6}$ oder $= \frac{Cl \times q}{272}$. Hieraus läßt sich die einer jeden Wasserführung entsprechende kalendertägliche Verarbeitung an Rohsalzen berechnen. Zur Umrechnung auf die werktägliche Verarbeitungsmenge ist die kalendertägliche Menge mit $\frac{365}{300} = 1{,}22$ zu multiplizieren. In der 27. Übersicht auf Seite 385 f. sind diese Mengen für die Weser bei Bremen, wie sie sich unter den bisher erörterten Bedingungen berechnen, zusammengestellt. Darin ist auch die Menge des Chlorzuwachses, der aus Chlormagnesium einerseits, aus Chlornatrium andrerseits stammt, angegeben. Im Chlormagnesium entsprechen 24,32 mg Magnesium 70,92 mg Chlor, also $24{,}32 : 4{,}34 = 5{,}6^0$ Magnesiumhärte 70,92 mg Chlor, mithin $1^0 = 12{,}7$ mg Chlor (vergl. auch S. 279); in der Übersicht ist also das Chlor aus Chlormagnesium durch Multiplikation der Zuwachshärten h mit 12,7 ermittelt; der Chlorzuwachs aus Chlornatrium ergibt sich aus der Differenz jener Werte vom Chlorzuwachs Cl′ der Über-

sicht. Die Mengen für das Chlormagnesium, die in der Übersicht angeführt sind, sind durch Multiplikation der Zuwachshärten mit 17 gefunden, da 1 deutscher Härtegrad 17 mg/l Chlormagnesium entspricht.

Die Zahlen in den Querspalten 1—12 der 27. Übersicht sind bereits erläutert worden. Einer kurzen Erklärung bedürfen davon nur noch die Spalten 6 und 7. In der Spalte 6 ist der Chlorzuwachs angegeben, wie er sich aus dem zugehörigen Härtezuwachs h (Spalte 4) durch Multiplikation mit 20 ergibt; die Spalte 7 enthält die Zahlen für den Chlorzuwachs, die sich aus der Chlorgrenze für das Weserwasser von 250 mg/l durch Abzug des jeweiligen natürlichen Chlorgehalts berechnen. Die Zahlen beider Spalten stimmen für die geringe und die hohe Wasserführung nicht überein, worauf bereits an früherer Stelle in diesem Gutachten hingewiesen wurde (vergl. S. 279 und 280). Die Kaliindustrie ist in der Lage, bei den niedrigen Wasserführungen 30 und 15 mg/l Chlor mehr auszunutzen, als dem Härtezuwachs entspricht, darf dagegen bei Wasserführungen über 400 cbm/sek. die aus dem Härtezuwachs sich ergebende Chlormenge von 240 mg/l nicht voll, sondern nur bis zu 225 mg/l in Anspruch nehmen, da die Chlorgrenze von 250 mg/l nicht überschritten werden darf. Der geringe Unterschied von 15 mg/l ist aber bedeutungslos, weil bei so großen Wasserführungen der Härtezuwachs und damit der Chlorzuwachs aus Chlormagnesium ohnedies nicht bis zur äußersten Grenze ausgenutzt werden.

Die Spalte 13 der Übersicht enthält die Zahlen, die angeben, wie groß die Menge an Kalirohsalzen ist, die bei einer bestimmten Wasserführung der Weser am Kalendertag im Wesergebiet insgesamt verarbeitet werden darf, ohne daß die zulässige Versalzungsgrenze des Weserwassers überschritten wird und ohne daß Abwässer aufgespeichert zu werden brauchen; sie sind berechnet nach der Formel t = zulässiger Härtezuwachs h (Spalte 4) × zugehöriger Abflußmenge q (Spalte 2), geteilt durch 13,6. Diese Zahlen bilden die rechnerischen Grundlagen für alle folgenden der Übersicht. Praktische Bedeutung besitzen aber erst die Zahlen der Spalten 14 und 16, aus denen die Menge an Kalirohsalzen ersichtlich ist, die werktäglich (Spalte 14) und jährlich (Spalte 16) verarbeitet werden dürfen, ohne daß die beiden soeben genannten Bedingungen verletzt werden. Daraus geht hervor, daß die Kaliindustrie schon mit einer durchschnittlichen Wasserführung der Weser von 141 cbm/sek. auskommen kann, ohne ihre Abwässer aufspeichern zu müssen, wenn man ihre bisher größte Verarbeitung an Kalisalzen, die des Jahres 1913 in Betracht zieht. In diesem Jahre wurden im Weserstromgebiet verarbeitet 16056014 dz Carnallit und 16285755 dz Hartsalz[1]), zusammen 32341769 dz, also rund 32,5 Millionen dz Kalirohsalz. Aus der Spalte 16 ergibt sich demgegenüber eine Verarbeitungsmöglichkeit von 34,1 Millionen dz Rohsalz. Das heißt, die Kaliindustrie im Wesergebiet kann auch in einem sehr wasserknappen Jahr, solange sich die Verarbeitung an Kalirohsalzen nicht über diejenige des Jahres 1913 erhebt, mit der für das Weserwasser festgesetzten Versalzungsgrenze auskommen. Bei einer Jahresverarbeitung von 34,1 Millionen dz Rohsalzen entstehen werktäglich 5700 cbm Abwasser, die, der Weser bei einer Wasserführung von

[1]) Vergl. Tjaden, Die Kaliindustrie, S. 18.

141 cbm/sek. überantwortet, ihre Härte nicht über 20° und ihren Chlorgehalt nicht über 250 mg/l erhöhen würden. Bei der gewöhnlichen Abflußmenge der Weser von 242 cbm/sek. können 65,1 Millionen dz Rohsalz im Jahre, also die doppelte Menge als im Jahre 1913, ohne Überschreitung der Grenzen verarbeitet werden; dabei entstehen 10900 cbm Abwässer, die bei dieser Wasserführung restlos abfließen können, bei geringeren Wasserführungen dagegen zu entsprechenden Teilen gespeichert werden müssen. Wie groß diese Anteile sind, gibt die Spalte 18 an, mit der die Spalte 15 in Verbindung steht. Die Zahlen in diesen Spalten sind unter der Voraussetzung berechnet, daß die Größe des Speicherraums für die Abwässer einer werktäglichen Verarbeitung von 217000 dz Rohsalz entspricht, wie sie bei der gewöhnlichen Abflußmenge der Weser möglich wäre; alsdann wäre eine Speicherung nicht erforderlich, diese hätte den Wert 0. Bei der nächst niedrigen Wasserführung dürften aber statt 10900 cbm Abwasser nur 9400 cbm werktäglich abfließen, 1500 müßten gespeichert werden; bei einer Wasserführung von 185 cbm/sek. müßten 10900 — 8300 = 2600 cbm zurückgehalten werden usf. Die negativen Zahlen in der Spalte 18 bezeichnen also die Mengen Abwasser in 1000 cbm, die in den Aufhaltebecken werktäglich in dem Maße gesammelt werden müssen, als die Wasserführung der Weser unter die gewöhnliche Wasserführung sinkt, wenn eine Menge an Kalirohsalzen verarbeitet wird, wie sie bei der gewöhnlichen Wasserführung der Weser möglich ist. Die positiven Zahlen der Spalte 18 bezeichnen dagegen die Abwassermengen in 1000 cbm, die über die bei der gewöhnlichen Abflußmenge der Weser ableitbare Wassermenge hinaus bei höheren Wasserständen der Weser abfließen können. Die Summe der negativen Zahlen der Spalte 18 ist = —27,5, die Summe der positiven = +35,2, × 1000 cbm. Das bedeutet, daß bei normalen Abflußmengen der Weser die höheren Wasserführungen, bei denen die Weser noch nicht ausufert, mehr als ausreichen, um die bei den niedrigen Wasserführungen aufgespeicherten Abwässer abfließen zu lassen und die Aufhaltebecken völlig zu entleeren, und zwar bei einer Jahresverarbeitung an Kalirohsalzen, die doppelt so groß als die des Jahres 1913 ist, und bei einer dieser Jahresverarbeitung angepaßten Größe des Speicherraums. Die Entleerung der Abwässerbecken ist also in Zeiten ohne eigentliches Hochwasser möglich. Bei Hochwasser wird vielmehr die Versalzung der Weser so niedrig gehalten werden können, daß Schädigungen des überfluteten landwirtschaftlichen Geländes nicht zu befürchten sind. Die Zahlen der Spalte 15 geben die Mengen an Kalirohsalzen an, um die die werktägliche Verarbeitung von 217000 dz bei niedrigeren Wasserführungen zu vermindern wäre, bei höheren Wasserführungen vergrößert werden könnte, wenn auf eine Speicherung der Abwässer verzichtet würde. Da die Kaliindustrie aber auf die Stetigkeit ihres Betriebes Wert legen und daher die Speicherung der Abwässer einer nicht voraus zu bestimmenden Schwankung der Fabrikation vorziehen wird, so besitzen diese Zahlen nur für den Fall eine praktische Bedeutung, als sich herausstellen sollte, daß die Abwassermenge mit 50 cbm auf 1000 dz Rohsalz zu hoch gegriffen ist. Sie gestatten dann eine entsprechende einfache Umrechnung auf die für diesen Fall in Betracht kommenden Abwassermengen, die zu speichern sind, und sind aus diesem Grunde in die Übersicht aufgenommen worden.

3. Berechnung des höchsten zulässigen Härtegrads und Chlorgehalts für die einzelnen Zubringerflüsse der Weser.

Als Zubringerflüsse kommen die Flüsse des eigentlichen Wesergebiets, die Werra, Fulda und die obere und mittlere Weser, und die Flüsse des Allergebiets, die obere Aller mit der Oker und Schunter, die Leine mit der Innerste und die untere Aller in Betracht.

Den Ausgangspunkt für die Rechnung bildet die Kalirohsalzmenge t = 177900 dz, die bei der gewöhnlichen Abflußmenge der Weser von 242 cbm/sek. am Kalendertag (27. Übersicht, Spalte 13) verarbeitet werden darf. An dieser Menge ist das ganze Wesergebiet beteiligt, und es ist nunmehr die Frage zu lösen, welcher Anteil davon auf die einzelnen Zubringerflüsse entfällt. Diese Menge einfach nach Maßgabe der Anteile zu verteilen, die die Wasserführungen der einzelnen Flüsse an der Wasserführung der Weser bei Bremen haben, also dem eigentlichen Wesergebiet 3/5, dem Allergebiet 2/5 zuzuweisen, würde zu falschen Ergebnissen führen. Denn diese Art der Verteilung hätte zur Voraussetzung, daß die in diesen Teilgebieten verarbeiteten Mengen an Kalirohsalzen in dem gleichen Verhältnis zu der im Wesergebiet verarbeiteten Gesamtmenge ständen, wie die Wasserführungen ihrer Hauptflüsse, der mittleren Weser und der Aller, zur Wasserführung der Weser bei Bremen. Dies ist aber nicht der Fall. Es ist daher zunächst die Vorfrage zu beantworten, welchen Anteil das eigentliche Wesergebiet einerseits, das Allergebiet andererseits an der Gesamtverarbeitung der Kalirohsalze im Wesergebiet bisher gehabt haben. Hierzu sind in der 28. Übersicht, S. 386 die Mengen an Kalirohsalzen zusammengestellt, die von den Weserwerken und von den Allerwerken in den Jahren 1913, 1916 und 1917 gefördert und verarbeitet worden sind. Diese Jahre wurden gewählt, weil 1913, das letzte Jahr vor dem Kriege, die höchste Verarbeitungsziffer der Kaliindustrie im Wesergebiet aufweist, im übrigen auch dem Jahre 1912 durchaus vergleichbar ist und somit den Zustand der Betriebsverhältnisse der Kaliindustrie im Wesergebiet vor dem Kriege gut wiedergibt und weil in den beiden letzten Jahren, 1916 und 1917, über die solche Ziffern vorliegen, die durch den Beginn des Krieges gestörten Betriebsverhältnisse der Kaliindustrie sich so weit wieder hergestellt haben, daß ihre Ergebnisse mit denen des Jahres 1913 in eine Beziehung gestellt werden können. Die Förderzahlen in der 28. Übersicht interessieren hier nur insoweit, als sie zeigen, daß der geförderte Carnallit fast in seiner gesamten Menge verarbeitet wird, während vom Hartsalz etwa nur ein Drittel bis die Hälfte in den Fabrikbetrieb gelangt. Die Gesamtförderung betrug in den Jahren 1916 und 1917 etwa je 37,5 Mill. dz und hat die Förderungsziffer des Jahres 1913 mit etwa 50,5 Mill. dz noch nicht wieder erreicht. In den Verhältnissen der Förderung wie der Verarbeitung an Kalirohsalzen ist das Jahr 1916 dem Jahre 1913 durchaus ähnlich, dagegen weicht das Jahr 1917 auffällig davon ab. Es wurden verarbeitet

im	Jahre	1913	16,1	Mill.	dz	Carnallit	und	16,3	Mill.	dz	Hartsalz
„	„	1916	11,01	„	„	„	„	16,57	„	„	„
„	„	1917	14,43	„	„	„	„	7,75	„	„	„

Es wurden also im Jahre 1913 etwa gleiche Mengen Carnallit und Hartsalz verarbeitet, im Jahre 1916 war dieses Verhältnis etwas zugunsten des Hartsalzes verschoben, im Jahre 1917 dagegen ist etwa nur halb so viel Hartsalz als Carnallit verarbeitet worden.

Im Jahre 1913 waren die Werrawerke mit 14,5% an der Carnallitverarbeitung beteiligt, 1916 mit 9,5%, im Jahre 1917 dagegen mit 38,6%. Dementsprechend ist die Hartsalzverarbeitung der Weserwerke von 54,1 auf 33,4% gesunken. Umgekehrt hat bei den Allerwerken im Jahre 1917 die Carnallitverarbeitung erheblich abgenommen, von 90,5% auf 56,2% und die Hartsalzverarbeitung stark zugenommen, von 41,4% bis zu 66,6%. Ob diese Verschiebung der bisherigen Verhältnisse anhalten wird, ob sie vielleicht auch darauf beruht, daß an der Werra neuerdings Kalisalze noch zu den Carnalliten gerechnet worden sind, die mehr oder minder als Hartsalze anzusprechen waren, ist nicht bekannt; gleichwohl wird man ihr Rechnung tragen müssen. Am einfachsten geschieht dies, indem man die Mittelwerte aus den drei Jahren der weiteren Berechnung zugrunde legt.

Verarbeitet wurden im Jahre 1913	16,1 Mill. dz Carnallit und	16,3 Mill. dz Hartsalz
„ „ 1916	11,01 „ „ „ „	16,57 „ „ „
„ „ 1917	14,43 „ „ „ „	7,75 „ „ „
im Mittel der 3 Jahre	13,85 „ „ „ „	13,61 „ „ „

Man kann demnach mit gleichen Mengen Carnallit und Hartsalz rechnen, die im Durchschnitt der 3 Jahre verarbeitet wurden. Es entfallen also von der Kalirohsalzmenge t = 177900 dz, die bei der gewöhnlichen Abflußmenge der Weser q = 242 cbm/sek. am Kalendertag verarbeitet werden darf, 88950 dz auf die Carnallit- und 88950 dz auf die Hartsalzverarbeitung.

Im Durchschnitt der 3 Jahre 1913, 1916 und 1917 waren an dieser Verarbeitung beteiligt die

Werrawerke	mit 20,9% an der Carnallit-	und mit 45,7% an der Hartsalzverarbeitung
Fuldawerke	„ 1,7% „ „	„ „ „ 2,1% „ „ „
Allerwerke	„ 77,4% „ „	„ „ „ 52,2% „ „ „

Mithin würden von den je 88950 dz Carnallit und Hartsalz zur Verarbeitung zuzuweisen sein den

	Carnallit	Hartsalz	Zusammen
Werrawerken . . .	18591 dz	40650 dz	59241 dz
Fuldawerken . . .	1512 „	1868 „	3380 „
Allerwerken . . .	68847 „	46432 „	115279 „
Zusammen	88950 „	88950 „	177900 „

Bei dieser Art der Verteilung bleiben aber die Werke an der oberen Weser gänzlich unberücksichtigt und werden die Fuldawerke in ihrer Entwicklungsmöglichkeit den Werrawerken gegenüber stark benachteiligt. An der Weser ist bisher ein Werk, Justus, im Betrieb, das nur Hartsalze fördert, aber nicht verarbeitet; von den Werken an der Fulda ist bisher auch nur ein Werk, Neuhof, in Förderung begriffen, hat aber sowohl Carnallit als auch Hartsalz verarbeitet, wenn auch nur in geringen Mengen.

Bei der Entscheidung der Frage, welche Verarbeitungsmengen an Kalirohsalzen diesen Werken vorbehalten bleiben sollen, ist man daher auf eine willkürliche Schätzung angewiesen. Ihre Jahresverarbeitung soll hier mit je 4 Millionen dz eingesetzt werden, der praktischen Entwickelung wird die Entscheidung überlassen bleiben müssen, in welchem Maße etwa dieser Wert zu ändern sein wird. Einer Jahresverarbeitung von 4 Millionen dz entspricht eine Verarbeitung auf den Kalendertag von 10 959 dz. Wird diese Zahl in die vorstehende Aufstellung eingesetzt, so erfährt diese die folgende Abänderung.

Von der kalendertäglichen Verarbeitung von 177 900 dz Kalirohsalzen sind zuzuweisen

den Werrawerken . . .	48 282 dz
„ Fuldawerken	10 959 „
„ Weserwerken	10 959 „
„ Allerwerken	107 700 „
zusammen	177 900 dz

Nunmehr ist noch die den Allerwerken zugewiesene kalendertägliche Verarbeitungsmenge von 107 700 dz auf die einzelnen Teilgebiete der Aller, die Werke an der oberen Aller mit Oker und Schunter, an der Leine mit Innerste und an der unteren Aller, zu verteilen. An der Leine wird man unbedenklich einen Härtezuwachs gleich dem der Weser von 10° zulassen können, da dieser Fluß die Trinkwasserversorgung von Hannover nur mittelbar durch Einwirkung auf das Grundwasser beeinflußt, dem Hannover sein Trinkwasser entnimmt. Dem Härtezusatz von 10° entspricht eine kalendertägliche Verarbeitungsmenge an der Leine $t = \frac{10^0 \times (q = 44)}{13{,}6} = 32353$ dz; es verbleiben somit für die Werke an der oberen und an der unteren Aller 75 347 dz. Diese sind im Verhältnis der Wasserführung dieser beiden Flußstrecken zu teilen, wodurch auf die Werke an der oberen Aller 30 434 dz und auf die an der unteren Aller 44 913 dz entfallen.

Nunmehr sind alle Unterlagen vorhanden, um den für die Zubringerflüsse der Weser zulässigen Zuwachs an Härte und Chlorgehalt zu berechnen, der bei der gewöhnlichen Abflußmenge nicht überschritten werden darf, damit die für das Weserwasser bei Bremen festgesetzten Grenzwerte innegehalten werden. Die Ergebnisse der Berechnung sind in der 29. Übersicht (S. 387) zusammengestellt; in diese sind noch die Zahlen für die Jahresverarbeitung und die werktägliche Verarbeitung sowie für die kalender- und werktäglichen Abwässermengen aufgenommen. Die Härten sind nach der Formel $h = \frac{t \times 13{,}6}{q}$, die Chlorzusätze durch Multiplikation der Härtezahlen mit 20 berechnet; die werktägliche Verarbeitung wurde aus der kalendertäglichen durch Multiplikation mit $\frac{365}{300} = 1{,}22$ und die Menge der Abwässer aus der Verarbeitungsmenge durch Multiplikation mit $\frac{50}{1000}$ ermittelt.

Diese 29. Übersicht stellt die maßgebende Grundlage dar, nach der die Verteilung der Verarbeitungsmengen an Kalirohsalzen innerhalb der verschiedenen Teile des Weserstromgebiets bei den einzelnen Werken nunmehr erneut vorgenommen werden muß, damit die Grenzwerte im Weserwasser bei Bremen nicht überschritten werden. Die von den Werken bereits ausgenutzten Konzessioneu werden davon nicht berührt werden. Denn die auf Grund der bisher ausgenutzten Konzessionen in den einzelnen Gebietsteilen verarbeiteten Rohsalzmengen haben noch nirgends die höchsten zulässigen Verarbeitungsmengen erreicht. Dagegen werden die bereits erteilten Konzessionen, soweit sie noch nicht ausgenutzt werden, nachgeprüft werden müssen, um eine gerechte Verteilung der noch möglichen Verarbeitungsmengen herbeizuführen und Bevorzugungen oder Benachteiligungen, die sich auf Grund der bisher erteilten, aber noch nicht ausgenutzten Genehmigungen ergeben könnten, auszuschließen. Dabei wird vor allem auch darauf Bedacht zu nehmen sein, daß für künftig zu erteilende Konzessionen noch ein genügender Spielraum bleibt, damit nicht neu entstehende Werke zugunsten schon bestehender geschädigt werden. Denn die Erteilung von Genehmigungen, durch die die in der 29. Übersicht angeführten höchsten Verarbeitungsmengen überschritten werden würden, wäre, soweit damit die Ableitung von Abwässern in die Flußläufe verbunden ist, unzulässig. Auch die vom Reichs-Gesundheitsrat für die obere Aller bis Müden, die Oker und Schunter festgesetzten Grenzwerte sind für die zulässige Versalzung dieser Flußläufe nur noch insoweit maßgebend, als dadurch der für die obere Aller bei Celle nunmehr festgestellte Wert nicht überschritten wird. Es bedarf keiner weiteren Ausführung, daß von dieser Neuregelung nur die den Kaliwerken bereits erteilten oder noch zu erteilenden Genehmigungen auf Verarbeitung von Kalirohsalsen betroffen werden, die mit einer Genehmigung auf Ableitung der dabei anfallenden Abwässer in die Flüsse verbunden sind, daß dagegen Genehmigungen, bei denen die Abwässer anderweitig beseitigt werden, von dem vorliegenden Gutachten überhaupt nicht berührt werden, also auch nicht unter die in Rede stehende Neuregelung fallen.

Auf Grund der Berechnung in der 29. Übersicht sind nun die Mengen an Kalirohsalzen zu ermitteln, die an den einzelnen Zubringerflüssen der Weser bei niedrigen bis mittleren Wasserführungen täglich höchstens verarbeitet werden dürfen. Diese Rechnungen sind in den Übersichten 29a bis 29d, S. 387 f. nur für die Werra, die obere Aller, die Leine und die untere Aller durchgeführt worden, da Fulda sowie obere und mittlere Weser für eine nennenswerte Abwasser-Ableitung noch nicht in Betracht kommen. Für die natürliche Gesamthärte bei den einzelnen Wasserführungen sind dabei Werte eingesetzt worden, wie sie sich aus den vorhandenen Analysen als die wahrscheinlichsten etwa schätzen lassen. Auf eine größere Genauigkeit können sie der Natur der Sache nach keinen Anspruch machen, für die in Rede stehenden Berechnungen dürften sie aber genügen. Die den Härtezuwachswerten entsprechenden Chlorzuwachswerte sind in die Übersichten nicht mit aufgenommen worden; sie ergeben sich aus den Härtezuwachswerten durch Multiplikation mit 20.

An die Übersichten 29—29d schließt sich die 30. Übersicht an, in der die Werte für die natürliche Härte und den natürlichen Chlorgehalt gemäß der 22. Übersicht, die entsprechenden Zuwachswerte nach der Übersicht 29 und die Werte für

die Gesamthärte und den Gesamtchlorgehalt der einzelnen Flußläufe des Wesergebiets bei den gewöhnlichen Wasserführungen vereinigt sind. Für die Weser oberhalb der Allermündung ist hier als natürlicher Härtewert der Wert 9,5° statt des errechneten 9,8° eingesetzt. Denn der letztere wurde aus der natürlichen Härte der Weser bei Bremen von 10,3° errechnet (vergl. S. 302). Als Grundlage für die natürliche Härte des Weserwassers bei Bremen dient aber der abgerundete Wert 10°. Deshalb war auch der vorstehende Wert 9,8° auf 9,5° abzurunden.

Die in der 30. Übersicht berechneten Zusatz- und Gesamtwerte für Härte und Chlorgehalt stellen die Höchstwerte dar, die für die angeführten Flußläufe bei der gewöhnlichen Wasserführung als zulässig zu erachten sind. Die Werra erscheint damit voll belastet und würde eine höhere Versalzung nicht mehr vertragen. Berechnet man aus der Tagesverarbeitung von 48280 dz die Härte und den Chlorgehalt der Werra bei Gerstungen, wo ihre gewöhnliche Abflußmenge nur 17,3 cbm/sek. beträgt[1]), so erhält man dafür 37,9° Härte und 758 mg/l Chlor. Die höchsten Konzessionen, die für die Werra bei Gerstungen erteilt worden sind, die für Wintershall und Alexandershall (vergl. die 23. Übersicht S. 374), gestatten dagegen eine Gesamthärte von 55° und einen Gesamtchlorgehalt von nur 550 mg/l. Nimmt man für die natürliche Härte der Werra bei Gerstungen 10,5° und für den natürlichen Chlorgehalt 84,5 mg/l an (vergl. die 22. Übersicht, S. 372), so erhält man eine Gesamthärte von 37,9 + 10,5 = 48,4° und einen Gesamtchlorgehalt von 758 + 84,5 = 842,5 mg/l, also für letzteren fast 300 mg/l mehr, als nach den angeführten Konzessionen zulässig ist. Ein Gesamtchlorgehalt von 471 mg/l für die Werra bei Münden erscheint mithin als das äußerste Maß der Zulässigkeit und eine Steigerung der Jahresverarbeitung über 17,7 Millionen dz an der Werra nicht möglich, wenn die anfallenden Abwässer in den Fluß geleitet werden sollen. Auch von Tjaden wird ein Chlorgehalt von 500 bis 550 mg/l an der Werra als das Äußerste erachtet, das duldbar erscheinen kann[2]). Ein Ausweg würde sich erforderlichenfalls ergeben, wenn ein Teil der Werrawerke die Abwässer, falls die geographischen Verhältnisse keine Schwierigkeiten bieten, in die Fulda oder die obere Weser einleitete unter der Voraussetzung, daß an der Fulda oder an der Weser die angenommene Höhe der Jahresverarbeitung von 4 Millionen dz nicht erreicht wird. Unter den heutigen Verhältnissen kommen dagegen für die Versalzung der Werra erheblich niedrigere Werte in Betracht. Wie sich aus der 28. Übersicht (S. 386) ergibt, hat die bisher höchste Kalirohsalzverarbeitung an der Werra 10,43 Millionen dz betragen; daraus berechnet sich eine Verarbeitung auf den Kalendertag von 28,58 × 1000 dz und hieraus ein Härtezuwachs für die Werra bei Münden von $h = \frac{28{,}58 \times 13{,}6}{33} = 11{,}8^0$ und für die Werra bei Gerstungen von $h = \frac{28{,}58 \times 13{,}6}{17{,}3} = 22{,}5^0$. Die entsprechenden Chlorzusätze sind also für die Werra bei Münden 236 mg/l und für die Werra bei Gerstungen 450 mg/l. Unter

---

[1]) Vergl. Keller, Denkschrift, S. 42.

[2]) Die Kaliindustrie S. 293.

den derzeitigen Verhältnissen sollten demnach bei der gewöhnlichen Abflußmenge an der Werra keine höheren Werte als die folgenden angetroffen werden:

	Werra bei Münden		Werra bei Gerstungen	
Gewöhnliche Abflußmenge	33 cbm/sek.		17,3 cbm/sek.	
	D. H.°	Chlorgehalt mg/l	D. H.°	Chlorgehalt mg/l
Natürliche Härte – Natürlicher Chlorgehalt . .	14,1	73	10,5	84,5
Zusatzhärte—Zusatz-Chlorgehalt	11,8	236	22,5	450,0
Gesamthärte—Gesamtchlorgehalt	25,9	309	33,0	534,5

Demgegenüber hat die Werra bei Münden in den Jahren 1911/1913 im Durchschnitt ein Wasser mit 30,5° Gesamthärte und 744 mg/l Gesamtchlorgehalt geführt, was einer Gesamthärte von 58° und einem Gesamtchlorgehalt von 1413 mg/l im Werrawasser bei Gerstungen entspricht. In der Tat sind solche Zahlen, wie Tjaden nachgewiesen hat und in diesem Gutachten bereits erwähnt wurde (vergl. S. 322), bei Gerstungen häufig und vielfach noch weit höhere angetroffen worden. In den obigen Zahlen liegt also ein überzeugender Beweis dafür vor, daß an der Werra weit über die Konzessionen hinaus ein Verfahren im Gange ist, dem nachdrücklich entgegengetreten werden sollte. Hierzu wäre es vor allem notwendig, den Kalifabriken vorzuschreiben, daß bei der Verarbeitung der Rückstände von der Carnallit- und Hartsalzfabrikation, der sogenannten Löserückstände, auf Kieserit die Auflösung des Steinsalzes in tunlichst weitem Maße vermieden werden muß. Das Steinsalz ist vielmehr, soweit dies möglich ist, durch Auslesen der gröberen Stücke und durch Absieben von dem feineren Kieserit zu trennen. Die Beseitigung der Löserückstände durch Auflösung des Steinsalzes (Fortwaschen der Rückstände) und das Einspülen der Löserückstände in den Flußlauf müßten verboten werden. Die Rückstände von der Kieseritgewinnung schließlich wären entweder auf Halde zu stürzen oder in die Bergwerke zurückzufördern. Hierdurch wird die Lagerung der Löserückstände auf Halden, um sie zu gelegener Zeit auf Kieserit zu verarbeiten, nicht behindert oder unmöglich gemacht. Es muß nur dafür gesorgt werden, daß bei dieser Lagerung nicht Abwässer entstehen; durch die die für den Vorfluter festgesetzte Versalzungsgrenze überschritten wird.

Für das eigentliche Wesergebiet bleibt noch übrig, die Beschaffenheit des Weserwassers oberhalb der Allermündung einer Prüfung zu unterziehen. Bei der höchsten zulässigen Kalirohsalzverarbeitung wird die Weser bei Dörverden mit einer Zusatzhärte von 6,5° und einem Chlorzusatz von 130 mg/l belastet, so daß ihre Gesamthärte an dieser Stelle 16,0° und ihr Gesamtchlorgehalt 170,7 mg/l beträgt. Maßgebend für diese Belastung sind allein die Werrawerke; an der Weser selbst findet keine Fabrikation statt, und die höchste Jahresverarbeitung der Fuldawerke betrug bisher 750000 dz. Es fragt sich, welche Zusammensetzung das Weserwasser oberhalb der Allermündung bei dem derzeitigen Stande der Kalisalzverarbeitung haben sollte, falls diese sich in regelrechten Bahnen vollzieht. Die bisher höchste Verarbeitungsziffer der Werrawerke war 10,43 Millionen dz, dazu kommen 0,75 Millionen dz der Fuldawerke; dies ergibt eine Gesamtverarbeitung von 11,18 Millionen dz und entspricht

einer Verarbeitung am Kalendertag von 30630 dz. Daraus berechnet sich bei einer gewöhnlichen Abflußmenge der Weser bei Dörverden von 147 cbm/sek. die Zusatzhärte $h = \frac{30,63 \times 13,6}{147} = 2,83^{0}$ und der zusätzliche Chlorgehalt zu 56,6 mg/l. Es sollte sich also für das Weserwasser bei Dörverden die folgende Zusammensetzung unter den derzeitigen Verhältnissen ergeben:

Natürliche Härte	9,80°,	natürlicher Chlorgehalt	40,7 mg/l,
Härtezuwachs	2,83°,	Chlorzuwachs	56,6 „
Gesamthärte	12,63°,	Gesamtchlorgehalt	97,3 „

In den Jahren 1911/1914 hat im Durchschnitt das Weserwasser bei Dörverden eine Gesamthärte von 15,3° und einen Gesamtchlorgehalt von 183 mg/l gehabt (vergl. die 22. Übersicht, S. 372). Die unerlaubt hohe Versalzung des Werrawassers bei Gerstungen macht sich also noch im Weserwasser bei Dörverden geltend. Es ist zu erwarten, daß, wenn an der Werra auf eine nachhaltige Herabsetzung der Versalzung durch eine entsprechende Aufspeicherung der Abwässer gedrungen wird, unter den gegenwärtigen Verhältnissen in der Weser bei Dörverden ein Wasser fließen wird, das im Mittel nicht mehr als 13° Härte und 100—110 mg/l Chlor enthält.

Was das Allergebiet anlangt, so werden selbst bei der höchsten zulässigen Kalisalzverarbeitung im Wasser der oberen Aller die Grenzwerte für die Gesamthärte = 40—45° und für den Gesamtchlorgehalt = 400—450 mg/l, die der Reichs-Gesundheitsrat im Schunter-, Oker-, Allergutachten festgesetzt hat, noch nicht völlig erreicht; die Gesamthärte mit 30,3° bleibt sogar erheblich unter diesem Wert. In den Jahren 1910/1911 sind im Allerwasser bei Celle im Mittel 18,7° Gesamthärte und 227 mg/l Chlor festgestellt worden (vergl. die 22. Übersicht, S. 372).

Auch das Leinewasser überschreitet, wenn bei ihm eine mittlere Zusatzverhärtung von 10° geduldet wird, die Grenzwerte, die die Königl. Preußische Landesanstalt für Wasserhygiene in ihrem Gutachten 1917 als Höchstwerte noch für zulässig erachtet hat (vergl. S. 308), nur unerheblich. Nach Übersicht 13a berechnen sich die von der Landesanstalt festgesetzten Grenzwerte bei der durchschnittlichen Wasserführung von 44 cbm/sek. auf 22,4° Gesamthärte und 230 mg/l Gesamtchlorgehalt, während nach dem vorliegenden Gutachten 25,2° Gesamthärte und 263 mg/l Gesamtchlorgehalt zulässig sind (vergl. die 30. Übersicht, S. 389). Eine mittlere Zusatzverhärtung um 10° entspricht einer höchsten zulässigen Jahresverarbeitung an der Leine von 11,84 Millionen dz. Die bisher größte Jahresverarbeitung der Leine-Innerstewerke hat 6,07 Millionen betragen[1]). Daraus berechnet sich eine Verarbeitung am Kalendertag von 16630 dz und hieraus ein Zuwachs an Härte von $\frac{16,63 \times 13,6}{44} = 5,14^{0}$ und an Chlor von 102,8 mg/l. Bei einer natürlichen Härte der Leine von 15,2° und einem natürlichen

[1]) Diese Zahl wird von Tjaden, Die Kaliindustrie, S. 18, angegeben; sie ist vielleicht nicht ganz zutreffend, da von den „mittelhannoverschen Werken" und von den „Werken an der mittleren und unteren Aller", die Tjaden anführt, auch einige Werke nach der Leine entwässen. Vergl. Keller, Denkschrift, S. 36. Für die vorliegende überschlägliche Rechnung dürfte die Zahl aber genügen.



Chlorgehalt von 63 mg/l sollten sich für den derzeitigen Zustand des Leinewassers eine Gesamthärte von 15,2 + 5,14 = 20,34° und ein Gesamtchlorgehalt von 63 + 102,8 = 165,8 mg/l ergeben. Diesen Bedingungen hat das Leinewasser in den Jahren 1908 bis 1914 im großen und ganzen entsprochen. Im Mittel dieser Jahre sind in der Leine bei Hannover 23,0° Gesamthärte und 213 mg/l Gesamtchlorgehalt und bei Bothmer an der Mündung der Leine 22,6° Gesamthärte und 156 mg/l Gesamtchlorgehalt beobachtet worden (vergl. die 22. Übersicht, S. 372). Bei einer Zusatzverhärtung bis zu 10° bleibt die Leine also noch voll aufnahmefähig, die Leinewerke können hierbei ihre Verarbeitungsmenge noch fast verdoppeln.

Wird die Menge der bisher höchsten Jahresverarbeitung an Kalirohsalzen im Leine-Allergebiet zusammengefaßt, so hat diese 21,64 Millionen dz (vergl. die 28. Übersicht, S. 386), also am Kalendertag 59 288 dz betragen. Daraus ergibt sich für die Aller an der Mündung die Zuwachshärte von $h = \frac{59{,}288 \times 13{,}6}{95} = 8{,}5^{\circ}$ und der Zuwachs an Chlor = 170 mg/l, mithin eine Gesamthärte von 11,1 + 8,5 = 19,6° und ein Gesamtchlorgehalt von 45,3 + 170 = 215,3 mg/l. Das entspricht ungefähr den Zahlen, die Tjaden[1]) für das Allerwasser im Jahre 1913 bei niedrigen und mittleren Wasserführungen angibt, nämlich etwa 22° Härte und 200—250 mg/l Chlor.

Es erübrigt nun noch, die Zusammensetzung des Wassers der unteren Weser zu berechnen, wie sie sich aus der bisher höchsten Jahresverarbeitung an Kalirohsalzen im gesamten Wesergebiet ergeben sollte. Diese hat nach der 28. Übersicht 32,4 Millionen dz, also am Kalendertag 88767 dz betragen. Die Zuwachshärte beträgt also $\frac{88{,}767 \times 13{,}6}{242} = 4{,}99^{\circ}$ und der Chlorzuwachs 99,8 mg/l, mithin die Gesamthärte 10,3 + 4,99 = 15,29° und der Gesamtchlorgehalt 50 + 99,8 = 149,8 mg/l. Im Durchschnitt der Jahre 1904 bis 1905 hat die Gesamthärte 14,4° und der Gesamtchlorgehalt 141,2 mg/l betragen. Im Jahre 1911 waren die Werte am höchsten und betrugen 15,8° Gesamthärte und 197,4 mg/l Gesamtchlorgehalt; im Jahre 1913 waren die entsprechenden Werte 14,7° und 135,3 mg/l Chlor (vergl. die 22. Übersicht, S. 372).

Was die Verwendung des Wassers der Zubringerflüsse der Weser für Trinkzwecke anlangt, so kommt für eine solche die Werra schon bisher wegen ihrer starken Versalzung nicht in Frage. Dagegen ist die Erhöhung der Härte und des Chlorgehalts, die die Fulda, die mittlere Weser und die Weser oberhalb der Allermündung durch die Einleitung von Kaliabwässern selbst bei den höchsten zulässigen Verarbeitungsmengen von Kalirohsalzen erfahren, so gering, daß ihr Wasser hierdurch für eine Verwendung zu Trinkzwecken nicht unbrauchbar gemacht wird. Die Benutzung des Wassers der Schunter, Oker und Aller als Trinkwasser hat der Reichs-Gesundheitsrat schon in seinem einschlägigen Gutachten aus anderen Gründen für unstatthaft erklärt. Die Innerste kommt nach dem Gutachten der Königl. Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene als Trinkwasser nicht in Betracht. Für die Leine schließlich ist in dem vorliegenden Gutachten die Grenze für die höchste zulässige Versalzung so ge-

---

[1]) Die Kaliindustrie, S. 108—111.

zogen, daß die Verwendung ihres Wassers für Trinkzwecke dadurch nicht beeinträchtigt wird. Diese Grenze entfernt sich, wie gezeigt wurde (vergl. S. 331), nur unerheblich von derjenigen, die die Landesanstalt für Wasserhygiene für diesen Flußlauf aufgestellt hat. Dazu kommt, daß das Leinewasser nicht unmittelbar für Trinkzwecke benutzt wird, daß vielmehr nur das durch das Leinewasser beeinflußte Grundwasser zur Speisung von Wasserversorgungsanlagen im Leinegebiet, insbesondere derjenigen der Stadt Hannover, dient.

Zum Schluß seien die Werte für die Gesamthärte und den Gesamtchlorgehalt, wie sie sich im Durchschnitt des Jahres 1913 einerseits und andrrerseits aus der bisher höchsten Jahresverarbeitung an Kalirohsalzen im Jahre 1913, sowie aus der höchsten zulässigen Jahresverarbeitung im Wesergebiet überhaupt bei mittlerer Wasserführung berechnen, für die Aller an der Mündung, für die Weser bei Dörverden und für die untere Weser in der 31. Übersicht, S. 389 einander gegenübergestellt[1]). Das Allerwasser ist, wie diese Übersicht ergibt, nicht unbeträchtlich salzreicher als das Weserwasser bei Bremen und bei Dörverden; das Wasser am letzteren Orte hat im Jahre 1913 zwar gegenüber dem Wasser bei Bremen keinen erheblichen Unterschied erkennen lassen, wird aber sowohl bei der bisherigen Verarbeitungsmenge, eine geregelte Ableitung der Abwässer vorausgesetzt, als auch bei der höchsten zulässigen Verarbeitungsmenge das salzärmste Wasser bleiben. Diese Feststellung legt den Gedanken nahe, ob Bremen nicht erwägen sollte, seinen Trinkwasserbedarf der Weser oberhalb der Allermündung zu entnehmen. Dieser Gedanke ist schon bei der Beratung des ersten Teilgutachtens im Reichs-Gesundheitsrat angedeutet worden. Im Gutachten findet sich darüber die Bemerkung: „Außer Betracht muß für dieses Teilgutachten die Frage bleiben, ob es für Bremen Vorteile haben könnte, wenn die Schöpfstelle des Wasserwerks an der Weser bis oberhalb der Allermündung verschoben würde. Die Frage ist zwar schon mehrfach aufgetaucht, als ernstliche Möglichkeit jedoch bisher nicht erwogen worden“ [2]). Es lohnt sich, hier nochmals darauf zurückzukommen, zumal bei der bisherigen Erörterung der Frage ein Gesichtspunkt nicht ausreichend erwogen worden zu sein scheint, dem eine erhebliche Bedeutung kaum abgesprochen werden kann. Sicherlich wird die praktische Durchführung einer zentralen Überwachung der Abwässerableitung aller im Wesergebiet belegenen Kaliwerke, wie sie noch zu erörtern sein wird, mit nicht unerheblichen Schwierigkeiten und Kosten verknüpft sein. Diese Schwierigkeiten beruhen nicht nur auf der großen Verzweigung dieses Stromgebiets und seinen weiten räumlichen Entfernungen, sondern auch auf der Notwendigkeit, die Abwässerableitungen einerseits im Allergebiet, andererseits im Wesergebiet nach der Wasserführung der Weser bei Bremen zu regeln. Diese aber ist sowohl hinsichtlich der Abflußmenge als auch hinsichtlich der Anteile, die die einzelnen Zubringerflüsse jeweils an ihr haben, ständigen Schwankungen unterworfen. Für eine erfolgreiche Durchführung des Überwachungsdienstes ist die in diesem Wechsel

[1]) Für die Aller und die Weser bei Dörverden wurden dafür die von Vogel, 1915, S. 61 und 62 angegebenen Analysen, für die Weser bei Bremen der Durchschnittswert aus den Analysen von Precht für das Jahr 1913 (vergl. die 22. Übersicht) benutzt.

[2]) a. a. O. S. 283.

liegende Schwierigkeit gefahrvoll; die Sicherheit, daß im Weserwasser bei Bremen die festgesetzten Grenzwerte nicht überschritten werden, wird dadurch zweifellos beeinträchtigt. Sobald aber die Entnahmestelle für das Wasserwerk in Bremen an einen Ort oberhalb der Einmündung der Aller in die Weser verlegt wird, ist diese Schwierigkeit behoben. Dadurch würde das gesamte Allergebiet für die Wasserversorgung Bremens ausgeschaltet, und es bliebe für diese nur die Aufgabe übrig, die Abwässerableitungen der Kaliwerke im eigentlichen Wesergebiet der Wasserführung der unteren Weser anzupassen. Damit würde nicht allein die Aufgabe der Flußüberwachung erheblich vereinfacht und erleichtert, sondern auch in gleichem Maße für Bremen die Sicherheit erhöht werden, ein Trinkwasser zu erhalten, dessen Rohwasser einer wirksamen Kontrolle unterliegt und salzärmer ist und bleiben wird, als das Weserwasser bei Bremen. Bei der Erörterung der Flußüberwachung wird hierauf noch zurückzukommen sein.

IX. Speicherung der Kaliabwässer. Größe der Abwässerbecken.

Daß die Anlage größerer Sammelbecken zum Aufspeichern derjenigen Mengen von Kaliabwässern, die bei niederem Wasserstande des Vorfluters zeitweise nicht abgelassen werden können, als eine notwendige Maßregel anzusehen ist, um die Ableitung der Abwässer der einzelnen Kalifabriken genau zu regeln und die durch die abgeleiteten Abwässer verursachten Schädigungen auf ein möglichst geringes Maß hinabzudrücken, hat der Reichs-Gesundheitsrat bereits im Wipper-Unstrut-Gutachten ausgesprochen [1]). In dem Gutachten über die Ableitung von Abwässern der Gewerkschaft Rastenberg findet sich die Berechnung über die notwendige Größe des Fassungsraums eines solchen Sammelbeckens für die besonderen Verhältnisse der Chlorkalium- und Sulfatfabrik der genannten Gewerkschaft angegeben; dieser Berechnung wurde eine Trockenzeit des Vorfluters, der Ilm, wie sie in gewöhnlichen Jahren vorkommt, zugrunde gelegt, bei der auf eine längere Dauer die für eine ununterbrochene Ableitung der Abwässer maßgebende Abflußmenge der Ilm unterschritten wird. Für eine tägliche Verarbeitungsmenge von 8000 dz Carnallit wurde so ein Sammelbecken von 16000 bis 17000 cbm Fassungsraum als erforderlich berechnet. Die für die Entleerung des Sammelbeckens in Betracht kommenden Bedingungen sind gleichfalls dort erörtert [2]).

Auch die Königl. Preußische Landesanstalt für Wasserhygiene hat sich in dem Leinegutachten auf den Standpunkt gestellt, daß die Anpassung der abzuleitenden Kaliabwassermenge an die Wasserführung der Vorflut die Anlage von Aufspeicherbehältern voraussetzt. Um über das für die Ableitung so ungünstige hydrologische Sommerhalbjahr sicher hinwegzukommen, müßten die Behälter, soweit die Leine und die Innerste in Frage kommen, so groß gewählt werden, daß sie die halbjährlich anfallende Abwassermenge aufzuspeichern in der Lage sind; ein jedes der Werke, auf die die Begutachtung sich erstreckt, sollte demnach mindestens über einen Gesamtfassungsraum von 15000 — 17000 cbm verfügen [3]). Das Preußische Landeswasser-

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Bd. 38, 1911, S. 96 und 99, S. 107.

[2]) Ebenda, Bd. 44, S. 565—567.

[3]) a. a. O., Heft 23, S. 240—241, S. 264.

amt hat in seinem Beschluß vom 3. Oktober 1917 den Fassungsraum der Abwässerbecken für jedes Werk nach dem Abwässeranfall eines drittel Jahres und nur für den Fall der Unzulänglichkeit auf den eines halben Jahres bemessen. Im einzelnen ist vorgeschrieben, daß alle salzhaltigen Abwässer einschließlich der Schacht- und Haldenwasser vollkommen wasserdichten, in Erdschüttung oder Eisenausführung gegen die Einwirkung der Abwässer widerstandsfähig hergestellten Abwässerbecken zuzuleiten sind, deren Fassungsraum insgesamt mindestens 5000 cbm auf je 50 cbm der werktäglichen Einleitungsmenge, also 5000 cbm auf je 1000 dz Rohsalzverarbeitungsmenge, betragen muß. Erweist sich dieser Fassungsraum als unzulänglich, so ist er auf Anordnung der Verleihungsbehörde zu vergrößern, indes höchstens bis auf 7500 cbm für je 50 cbm der zugelassenen Einleitungsmenge[1]). Tjaden[2]) stellt den „nicht wegzuleugnenden technischen Vorteilen, welche der Bau von Aufspeicherungsbehältern — — — bietet, die Erwägung gegenüber, ob die Schaffung solcher Einrichtungen aus allgemeinen Gründen wünschenswert ist." „Das ist unbedingt nur dann zu bejahen, wenn man der Ansicht ist, daß mit der Festsetzung einer Höchstbelastungsgrenze des Flußlaufs mit Chlor und Härtebildnern ausgesprochen sei, daß diese Höchstbelastung auch als dauernd zulässig erachtet werde. Die Kaliindustrie vertritt naturgemäß diesen Standpunkt, aber es kann zweifelhaft erscheinen, ob sie damit im Recht ist. Der Reichs-Gesundheitsrat hat in seinen drei Gutachten eine klare Erklärung nicht abgegeben." Darauf ist zu erwidern, daß zu Zeiten von Niedrigwasserführung und niedriger Mittelwasserführung zweifellos mit der Höchstbelastung zu rechnen ist, daß eine solche dauernd aber nicht in Betracht kommen kann, da an der Weser in Jahren mit normaler Wasserführung die Abwassermenge, die bei höheren Wasserständen abgeleitet werden kann, die gespeicherte Menge überwiegt. In dem Maße, wie dies der Fall ist, bleibt das Flußwasser für eine entsprechende Dauer auch von der Höchstgrenze entfernt. Dabei ist auch nicht zu übersehen, daß bei Niedrigwasserführung und niedriger Mittelwasserführung die natürliche Härte hoch ist, so daß selbst bei der Höchstbelastung mit einer geringeren künstlichen Verhärtung in diesen Fällen zu rechnen ist, als bei mittleren oder höheren Wasserständen. Dies aber ist wichtig, weil die geringen Wasserführungen in der Regel in die warme Jahreszeit fallen, wann der Wasserverbrauch also hoch ist. Unter den jetzigen Verhältnissen kann von einer dauernden Höchstbelastung der Weser — abgesehen von Jahren mit ausgesprochener Wasserklemme — um so weniger die Rede sein, als die gegenwärtige Verarbeitungsmenge an Kalirohsalzen die höchste zulässige Verarbeitungsmenge nicht erreicht. Die Größe der Abwässerbecken aber nach den Verhältnissen in ausgesprochen wasserarmen Jahren zu bemessen, würde unbegründet sein, da solche Jahre nicht die Regel bilden. Vielmehr werden die Jahre mit regelrechter Wasserführung der Berechnung der Größe der Sammelbecken zugrunde zu legen sein. Bleiben in einem wasserknappen Jahr die Wasserstände so niedrig, daß eine Überschreitung der Höchstgrenzen auch trotz dem Bestehen von Abwässerbecken zu befürchten ist,

---

[1]) Vergl. S. 15 und Anlagen a bis h des Beschlusses.
[2]) Die Kaliindustrie S. 265 ff.

so müssen diese entweder vergrößert werden, wenn dies nach Lage der Verhältnisse möglich ist, oder die täglichen Verarbeitungsmengen müssen eingeschränkt werden. Keinesfalls ist — auch nur ausnahmsweise — eine Überschreitung der Höchstwerte zulässig.

Um die Größe der Abwässerbecken zu berechnen, deren Anlage den Kaliwerken im Wesergebiet mindestens vorgeschrieben werden muß, damit die für das Weserwasser bei Bremen festgesetzten Grenzwerte nicht überschritten werden, ist es erforderlich, auf die 27. Übersicht, S. 385 zurückzugreifen. Daselbst sind in der 18. Spalte die Abwässermengen angegeben, die am Werktage in dem Maße steigend gespeichert werden müssen, als die Abflußmenge unter die gewöhnliche von 242 cbm/sek. sinkt. Beträgt die werktägliche Verarbeitungsmenge 217000 dz Rohsalz, so entsteht dabei eine Abwassermenge von 10900 cbm (Spalte 17), die bei einer Wasserführung der Weser von 242 cbm/sek. restlos in den Fluß abgelassen werden kann, ohne die Gesamthärte über 20° und den Gesamtchlorgehalt über 250 mg/l zu erhöhen. Sinkt die Wasserführung auf 209 cbm/sek., so können nur 9400 cbm abgelassen, 1500 cbm müssen gespeichert werden; bei einer Wasserführung von 185 cbm/sek. beträgt die Speicherungsmenge 2600 cbm usf., wie es die negativen Zahlen in der Spalte 18 angeben. Beträgt die Wasserführung zwischen 242 und 209 cbm/sek., so muß das entsprechende Mittel zwischen 0 und 1500 cbm an Abwässern zurückgehalten werden, ebenso bei Wasserführungen zwischen 209 und 185 cbm/sek. usf. Im Mittel aller Wasserführungen von 242 bis 98 cbm/sek. wird also eine Abwassermenge aufgespeichert werden müssen von $\frac{0 + 1,5 + 2,6 + 4,3 + 5,2 + 6,5 + 7,4}{7} \times 1000 \text{ cbm} = \frac{27,5}{7} \times 1000 \text{ cbm}$.
Diese Menge muß an 150 Tagen gespeichert werden; man erhält also für die Abwassermenge, die bei einer werktäglichen Verarbeitungsmenge von 217000 dz während der Zeit, in der die Wasserführung unter die gewöhnliche Abflußmenge fällt, insgesamt aufgesammelt werden muß, den Wert $\frac{27500 \times 150}{7}$ cbm $=$ 589325 cbm. Bei einer werktäglichen Verarbeitungsmenge von je 1000 dz ist also ein Speicherraum von 589325 : 217 = 2716 cbm erforderlich. Von Wagner ist die Menge der zu stapelnden Abwässermenge auf 2253 cbm für je 1000 dz Tagesverarbeitung, also in hinreichender Übereinstimmung mit dem vorstehenden Wert, berechnet worden[1]). Daß die gespeicherte Abwassermenge von 589325 cbm in Zeiten hoher Wasserführung, bei der die Weser aber noch nicht ausufert, in die Vorflut abgelassen werden kann, ohne die Höchstgrenzen für das Weserwasser bei Bremen zu überschreiten, lehrt eine entsprechende Rechnung mit den positiven Zahlen der Spalte 18. Bei einer Wasserführung der Weser von 285 cbm/sek. können werktäglich 12800 cbm Abwässer in den Strom eingeleitet werden, also 1900 cbm mehr, als bei einer werktäglichen Verarbeitungsmenge von 217000 dz Rohsalz entstehen, bei noch höheren Wasserführungen entsprechend mehr, wie es die positiven Zahlen der Spalte 18 angeben. Man erhält also als Mittel für die Abwassermenge, die bei Wasserführungen von 242 bis 502 cbm/sek.

[1]) Wesergutachten S. 94.

abgeleitet werden kann, den Ausdruck $\frac{0 + 1,9 + 5,9 + 11,3 + 16,1}{5} \times 1000$ cbm. $= 7040$ cbm. Diese Menge kann täglich an 120 Tagen abgeleitet werden, also in der Gesamtzeit von 120 Tagen $7040 \times 120 = 844800$ cbm. In Jahren mit normaler Wasserführung ist also hinreichend Wasser im Flußgebiet der Weser vorhanden, um weit mehr als die aufgespeicherte Abwassermenge in die Vorflut zu entlassen. Die Abwässerbecken können also in Zeiten hoher Wasserführung wieder völlig entleert werden. Hochwasser, bei dem die Weser über die Ufer tritt, braucht für die Entleerung der Sammelbecken nicht benutzt zu werden. Im Gegenteil kann die Versalzung der Weser zu Hochwasserzeiten möglichst niedrig gehalten werden, um Schädigungen der Landwirtschaft zu vermeiden. Daß bei den Abwässern, die in die Sammelbecken einzuleiten sind, auch die Halden-, Schacht- und Spülwässer mit einbegriffen sind, soll an dieser Stelle nochmals ausdrücklich betont werden. Diese Anforderung bildete eine der Voraussetzungen bei der Berechnung der anfallenden Abwassermengen. Da die gegenwärtige Verarbeitungsmenge an Kalirohsalzen nur etwa die Hälfte der höchsten zulässigen Menge beträgt, so würde es bei den derzeitigen Verhältnissen genügen, wenn die Kaliindustrie im Wesergebiet einen Speicherraum von der Hälfte der oben berechneten Größe bereitstellte. Da dann aber eine jede Vergrößerung der Verarbeitungsmenge eine entsprechende Vergrößerung der einzelnen Sammelbecken notwendig machte, die Zeit und Kosten beanspruchen würde, so erscheint es richtig und geboten, den Beckenraum sogleich nach der Größe der zukünftigen Verarbeitungsmenge einzurichten und ihn, um völlig sicher zu gehen, auf 3000 cbm für je 1000 dz Tagesverarbeitung festzusetzen. Damit ist auch der Kaliindustrie gedient, da die allgemeinen Unkosten für die Erbauung und Errichtung der Becken sich bei den größeren Behältern im Verhältnis billiger stellen, als bei den kleineren. Das Preußische Landeswasseramt hat den Leinewerken sogar einen Speicherraum von 5000 cbm, erforderlichenfalls bis zu 7500 cbm auf je 1000 dz Tagesverarbeitung auferlegt und die Besorgnisse der Werke hinsichtlich der Größe und Kostspieligkeit der Becken dadurch als hinfällig erklärt, daß die Zulässigkeit der Ausführung der Sammelbecken in Erdschüttung in den den Werken auferlegten Bedingungen ausdrücklich hervorgehoben wurde. Gegen eine solche Ausführung hat auch der Reichs-Gesundheitsrat keine Bedenken zu erheben unter der Voraussetzung, daß die Becken völlig wasserdicht und aus einem Material hergestellt werden, das dem Angriff der in dem Abwasser gelösten Salze auch auf die Dauer zu widerstehen vermag, so daß nicht im Laufe der Zeit Undichtigkeiten entstehen. Die Bedingungen dafür werden im einzelnen die Genehmigungsbehörden vorzuschreiben haben.

Die Abwässermengen, die an der Werra, der oberen Aller, der Leine und der unteren Aller im Durchschnitt aufgespeichert werden müssen, lassen sich — in derselben Weise wie für die Weser — aus den letzten Spalten der Übersichten 29 a bis 29 d, S. 387 f. berechnen.

Für die **Werra** erhält man als Mittelwert der negativen Zahlen $\frac{4,64}{4} = 1,16$. Nimmt man an, daß diese Abwässer in 150 Tagen entstehen, so müssen im Mittel im Jahr an der Werra $1160 \times 150 = 174000$ cbm Abwässer in den Becken zurück-

gehalten werden. Auf 1000 dz Tagesverarbeitung erfordert dies bei einer werktäglichen Verarbeitung von 58900 dz Kalirohsalzen einen Beckenraum von 174000 : 58,9 = 2954 cbm. Die entsprechenden Werte ergeben sich, wie folgt,

für die obere Aller: Mittelwert der negativen Zahlen $\frac{2,71}{4} = 0,6775$; Menge der aufgespeicherten Abwässer 677,5 × 150 = 102000 cbm; auf 1000 dz Tagesverarbeitung notwendiger Beckenraum 102000 : 37,14 = 2746 cbm,

für die Leine: Mittelwert der negativen Zahlen $\frac{2,8}{4} = 0,7$; Menge der aufzuspeichernden Abwässer 700 × 150 = 105000 cbm; auf 1000 dz Tagesverarbeitung notwendiger Beckenraum 105000 : 39,47 = 2660 cbm,

für die untere Aller: Mittelwert der negativen Zahlen $\frac{3,28}{4} = 0,82$; Menge der aufzuspeichernden Abwässer 820 × 150 = 113000 cbm; auf 1000 dz Tagesverarbeitung notwendiger Beckenraum 2063 cbm. Für das Wesergebiet insgesamt war ein Abwässerspeicherraum von 2716 cbm auf je 1000 dz Tagesverarbeitung berechnet worden. Die vorstehend berechneten Werte stimmen damit hinlänglich überein mit Ausnahme desjenigen für die untere Aller. Dies hat darin seinen Grund, daß die untere Aller ein ausgesprochener Flachlandfluß ist, dessen Abflußmengen bei niedrigeren Wasserführungen nicht in dem Grade abnehmen, wie dies bei den Gebirgsflüssen, der Werra, der oberen Aller, der Fall ist. Jedenfalls zeigen diese Berechnungen, daß man in allen Teilgebieten des Wesergebiets mit einem Beckenraum von 3000 cbm auf je 1000 dz Tagesverarbeitung auskommen wird.

Daß im übrigen die Abwässerbecken mit Einrichtungen versehen sein müssen, damit die Ableitung der Abwässer aus ihnen nach Maßgabe der jeweilig ausnutzbaren Wasserführung des Vorfluters geregelt werden kann und dessen Versalzung gleichmäßig bleibt, daß ferner Einrichtungen für die Verteilung der Endlaugen im Flußwasser getroffen werden müssen, damit Flußwasser und Abwässer so schnell und gründlich als möglich miteinander durchmischt werden, bedarf keiner weiteren Erörterung, da der Reichs-Gesundheitsrat solche Vorrichtungen bereits im Schunter-Oker-Aller-Gutachten, wie auch im Wipper-Unstrut Gutachten als notwendig erachtet hat[1]). Auch hinsichtlich dieser Einrichtungen wird es den Verleihungsbehörden vorbehalten bleiben können, zweckentsprechende Apparate ihrerseits im einzelnen vorzuschreiben. Schließlich ist zu fordern, daß die Abwässer vollständig geklärt und darnach ausreichend verdünnt werden, ehe sie dem Vorfluter überantwortet werden. Auch diese Forderung ist in den einschlägigen früheren Gutachten näher erläutert worden, so daß der Hinweis darauf hier genügt.

X. Überwachung der Ableitung der Abwässer. Flußüberwachung.

Die Schaffung einer zentralen Stelle, von der aus die Ableitung der Kaliabwässer sowohl zeitlich als auch ihrer Menge nach entsprechend der jeweiligen Wasserführung der Vorflut geregelt wird, ist schon im Wipper-Unstrut-Gutachten vom Reichs-Gesund-

---

[1]) a. a. O. S. 96—99 und S. 107.

heitsrat für das Gebiet dieser beiden Flußläufe empfohlen worden[1]). Infolge davon wurde von den beteiligten Bundesstaaten die „Kaliabwässer-Kommission für Wipper und Unstrut" ins Leben gerufen, in deren Auftrag das chemische Untersuchungsamt Sondershausen unter Leitung von Hofrat Dr. Wagner die praktische Flußwasserkontrolle nach den in dem genannten Gutachten angegebenen maßgebenden Gesichtspunkten ausführt. Wagner gibt der Ansicht Ausdruck, daß zur „Verdünnung der abgeleiteten Salzwässer aus der Kaliindustrie" nach seinen „Berechnungen im Wesergebiet genügende Wassermengen zur Verfügung" stehen; es handele sich nur darum, sie richtig auszunutzen. Grundbedingung für diese Forderung sei, daß die Erteilung der Konzessionen von den verschiedenen Konzessionsbehörden nach den gleichen Gesichtspunkten erfolgt und daß jedem Werk ein nach dem ausnutzbaren Durchschnittswasser des Vorfluters und der Verarbeitungsmenge unter Berücksichtigung aller übrigen einschränkenden Faktoren berechneter Zuwachs an Härte und Chlorgehalt gewährt wird. Zur Durchführung einer nach diesem Prinzip eingeschränkten Konzession sei in erster Linie der Bau genügend großer Aufstaubecken erforderlich[2]). In bezug auf die wirksame Durchführbarkeit der Flußkontrolle urteilt er, daß alle von ihm in seinem Wesergutachten ausführlich geschilderten „Maßnahmen sich im Wipper- und Unstrutgebiet aufs beste bewährt" haben „und die früher dort häufig beobachteten außerordentlich starken, sprunghaften Erhöhungen des Salzgehaltes nur noch Seltenheiten" sind. „Einen ganz besonders erstrebenswerten Fortschritt würde es" nach ihm „bedeuten, wenn die im Elbegebiet bereits bestehende Organisation, die ja den Anfang für eine das gesamte Flußgebiet umfassende einheitlich durchgeführte Kontrolle darstellt, möglichst unter Leitung derselben Kommission — unter Hinzuziehung der am Wesergebiet beteiligten Bundesstaaten und Ausscheiden der unbeteiligten — auch auf das Wesergebiet ausgedehnt würde"[3]).

Auch im Wesergebiet bestehen schon derartige Überwachungsstellen in Hildesheim und in Vacha an der Werra, die von den Regierungspräsidenten in Hildesheim und Lüneburg sowie in Cassel eingesetzt sind und beaufsichtigt werden. Die Tätigkeit der „Abwasser-Untersuchungsstelle" in Hildesheim erstreckt sich auf die Weser (bei Hoya), die Aller (bei Verden), die Leine und Innerste, sowie auf die Oker und Schunter; ihre Untersuchungsergebnisse sind in diesem Gutachten mit berücksichtigt und in der 24. Übersicht auszugsweise zusammengestellt worden. Die Untersuchungsstelle in Vacha überwacht das Werragebiet. Auch von der Königl. Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene wird in dem Leinegutachten eine sorgfältige Über-Überwachung der Leine und Innerste für erforderlich erachtet und eine entsprechende Erweiterung der Befugnisse der Abwasser-Untersuchungsstelle in Hildesheim befürwortet. Hierbei bemerkt die Landesanstalt, daß, wenn auch die an Wipper und Unstrut gemachten Erfahrungen erkennen lassen, daß trotz sorgsamer Überwachung der Abwässerableitung Überschreitungen der gestatteten Höchstgrenzen zu verzeichnen waren, dennoch die vergleichsweise Prüfung der Ergebnisse der letzten mit denen der früheren Jahre

[1]) a. a. O. S. 99 ff.
[2]) Wesergutachten, S. 96 f.
[3]) Wesergutachten, S. 99—105.

zeige, daß es jetzt zweifellos schon besser geworden sei[1]). Das Preußische Landeswasseramt ist in seinem Beschluß vom 3. Oktober 1917 „den Ausführungen der Landesanstalt über die große Wichtigkeit einer zuverlässigen, von den Beteiligten unabhängigen und mit amtlicher Eigenschaft ausgestatteten Flußüberwachung in vollem Umfang“ beigetreten[2]). Tjaden hat „der Flußwasserkontrolle“ in seinem Werk einen umfangreichen Abschnitt gewidmet[3]). Er geht die Ergebnisse der Tätigkeit der an der Wipper-Unstrut, an der Werra, an der Oker und Schunter, an der Leine und Innerste bestehenden Überwachungsstellen im einzelnen durch und kommt zu dem Schluß, „daß es bis dahin der staatlicherseits ausgeübten Kontrolle auch nicht entfernt gelungen ist, die Innehaltung der Konzessionsbedingungen in bezug auf die Verunreinigung des Vorfluters durchzuführen und die Unterlieger gegen Überschreitungen der Höchstbelastungsgrenzen, mögen die letzteren nun vom Reichs-Gesundheitsrat oder von Lokalbehörden festgelegt sein, sicher zu stellen“[4]). Er ist der Meinung, daß dies in Zukunft wegen der „technischen Undurchführbarkeit derartiger Kontrollen über weitere Gebiete“ auch nicht gelingen wird, und begründet seine Ansicht folgendermaßen[5]): „Erscheint es schon unmöglich, den Salzgehalt eines kleinen fließenden Gewässers mit Sicherheit einzuregulieren, so dürfte die Unmöglichkeit noch mehr vorliegen, wenn die Aufgabe erwächst, den Salzgehalt der einzelnen Zubringer des Flusses so einzustellen, daß an einem entfernt liegenden Punkt des Unterlaufs des Hauptstroms eine bestimmte Grenze nicht überschritten wird. Auf die Weser übertragen heißt das, besteht die Möglichkeit, die Zuführung der Kaliabwässer an der Werra, an der Fulda, an der Oker, Schunter, Innerste, Leine, Aller und wie die Zubringer alle heißen mögen, sowie am Stamm des Weserstroms so zu regulieren, daß die Flußläufe von der Kaliindustrie bis an die Grenze des lokal Zulässigen ausgenutzt werden, ohne daß die höchstzulässige Grenze bei Bremen überschritten wird?“ Tjaden glaubt, diese Frage auf Grund seiner bisherigen Beobachtungen verneinen zu sollen, und kommt schließlich darauf hinaus, daß, wenn „Überschreitungen einer Höchstgrenze vermieden werden sollen“, „unterhalb dieser Höchstgrenze ein weiter Spielraum“ liegen muß, „dessen untere Grenze als Normalbelastung anzusehen ist“[6]).

In neuester Zeit hat Keller in seiner Denkschrift eingehende Vorschläge über die „einheitliche Bewirtschaftung der Kaliabwässer-Einleitungen im Wesergebiet“ gemacht[7]). Er hält Tjadens Bemängelung der bisherigen Erfolge der Flußüberwachung für beachtenswert; sie treffe aber das Ziel nicht, weil jene Überwachung nicht unmittelbar auf die Kaliabwässer-Einleitungen einwirken kann, sondern dies nur mittelbar tut durch Klarlegung des Tatbestandes. Keller hält die Erweiterung der an Unstrut und Wipper ausgeübten Kontrolle auf ein großes Stromgebiet, wie das Elbe- oder Wesergebiet, für unmöglich, weil die Fülle an chemischen Wasser-

[1]) a. a. O. Heft 23, S. 240, 276.
[2]) a. a. O. S. 14.
[3]) Die Kaliindustrie S. 269—340.
[4]) Ebenda S. 302.
[5]) Ebenda, S. 307.
[6]) Ebenda S. 308.
[7]) S. 44—53.

untersuchungen, Feststellungen des elektrischen Leitvermögens, der Wasserstände von einer einzigen Stelle aus den leitenden Personen jegliche Übersicht nehmen würde. Die Überwachung der einzelnen Kaliwerke könne nur örtlich erfolgen und werde vielleicht gelegentlich notwendig sein, wenn Gründe zur Annahme vorliegen, daß ein einzelnes Werk einer Gruppe oder mehrere Werke bei Einleitung der Abwässer nicht so verfahren, wie es für die Gesamtheit aller Kaliwerke des Wesergebiets nötig wäre. Um das Zusammenwirken der verschiedenen Gruppen von Kaliabwasser-Einleitungen auf die wichtigsten Weserzuflüsse und die untere Weser zu regeln, reiche die Beaufsichtigung, Überwachung und Kontrolle nicht aus, vielmehr sei hierfür die einheitliche Bewirtschaftung aller Kaliabwässer-Einleitungen und der mit ihnen verbundenen Abwasserbecken durch ein für das ganze Wesergebiet einzusetzendes Amt erforderlich, das mit jedem Kaliwerk des Wesergebiets in unmittelbarer Verbindung steht und für jedes Kaliwerk bei jeder Änderung der Wasserführung allein bestimmend Verfügung über die Menge an Abwasser trifft, die von jedem einzelnen Werk abgelassen werden darf. Die einzelnen Werke sollen verpflichtet sein, der Anordnung des Wesergebietsamts Folge zu leisten. Die Notwendigkeit der Errichtung eines solchen Amts wird dadurch begründet, daß durch die Festsetzung von Grenzzahlen für die untere Weser die Unabhängigkeit der einzelnen Kaliwerke und Gruppen von Werken im Wesergebiet aufgehoben sei, sie bildeten eine große Einheit, die gegenseitige Rücksichtnahme bei den Abwassereinleitungen erheische. Zum Beweise dafür betrachtet Keller einen Fall, in dem „das Vorhandensein von genügend großen Abwasserbecken und ihre für den Vorfluter durchaus zweckmäßige Bedienung nicht ausreicht, um die Überschreitung der Versalzungsgrenzen in der unteren Weser oberhalb Bremen zu verhüten". Diese Maßnahmen erreichen nur so lange ihren Zweck, als das Weserwasser bei Bremen in normalem Verhältnis aus den Anteilen zusammengesetzt ist, die die einzelnen Zubringerflüsse ihm bei dem gewöhnlichen Wasserabfluß zuführen. Ändert sich dieses Verhältnis, indem z. B. die Werra, die Leine und die obere Aller größere Abflußmengen beisteuern, während die Fulda, die mittlere Weser und die untere Aller nur etwa die Hälfte der gleichwertigen Abflußmengen liefern, so wird der Anteil der Gebirgsflüsse im Weserwasser bei Bremen stark überwiegen. Machen dann die Kaliwerke an der Werra, der Leine, der oberen Aller von der höheren Wasserführung dieser Vorfluter einen an sich durchaus erlaubten Gebrauch, so werden gleichwohl die Grenzzahlen im Weserwasser bei Bremen überschritten.

In diesem Fall dürften also die Kaliwerke an der Werra, der Leine, der Oker und so fort die Gelegenheit zur vermehrten Ableitung von Abwässern nicht benutzen, sondern müßten den im Wesergebiet sonst bestehenden Verhältnissen Rechnung tragen. In diesen nicht selten vorkommenden Fällen regelnd einzugreifen, sei das Wesergebietsamt berufen. Die Betätigung dieses Amtes stellt sich Keller so vor, daß es in unmittelbarer Verbindung mit sämtlichen Kaliwerken von diesen täglich genaue Meldungen über die Beschaffenheit und Menge der Abwässer eines jeden einzelnen Werks erhält und täglich jedem einzelnen Werk Meldungen über das der Wasserführung im gesamten Wesergebiet angepaßte Maß der Abwasserableitung zugehen läßt. Hierzu ist es erforderlich, daß „das Wesergebietsamt täglich von einem Dutzend

Meldestellen an den hauptsächlich in Betracht kommenden Wasserläufen Fernmeldungen empfängt, die in ihrem Zusammenhang ein Bild geben, wie der Abflußvorgang an jedem Tag gestaltet ist". „Hand in Hand mit den gewässerkundlichen Ermittelungen" soll „die Erkundung der chemischen Beschaffenheit der Abwässer und des Flußwassers gehen." Da aber bis zur Errichtung des Wesergebietsamts Zeit vergehen würde, während die Verhältnisse eine Regelung so bald als möglich erheischen, so regt Keller schließlich die Bildung eines Vereins der Kaliwerke an, der aus freier Entschließung das Wesergebietsamt errichten und erhalten soll. Dem Verein sich nicht anschließende Kaliwerke könnten in Übertretungsfällen auf Grund des vom Wesergebietsamt gesammelten Materials zur gerichtlichen Rechenschaft gezogen werden.

Zu diesen Vorschlägen hat Tjaden in seiner Entgegnungsschrift auf die Denkschrift Kellers Stellung genommen[1]). Er bezweifelt, daß es möglich sein werde, von einer Zentrale her die Menge und die Zusammensetzung des Weserwassers für eine bestimmte Zeit im voraus zu beurteilen, so daß das Urteil als Unterlage für die Belastung der Flußläufe mit Kaliabwässern bis zur äußersten Grenze dienen kann; trotz allen Berechnungen werde ein genügend breiter Spielraum als Sicherheitsfaktor eingeschoben werden müssen. Auch seien die Abwässer einzelner Werke in ihrer Zusammensetzung verschieden und diese bei den Abwässern überhaupt schwankend. Trotz dieser Bedenken erkennt aber Tjaden in dem Gedanken einer einheitlichen Bewirtschaftung der Kaliabwasser-Einleitungen einen Fortschritt an, indessen nur dann, wenn das Wesergebietsamt eine staatliche Behörde ist, in der auch die Vertreter der Unterlieger Sitz und Stimme haben, und die ihre Tätigkeit mit dem Nachdruck des staatlichen Zwanges ausübt.

Zum Schluß rollt Tjaden die Frage der anderweitigen Beseitigung der Kaliabwässer auf. Es ist in dem vorliegenden Gutachten auf diese Frage nicht näher eingegangen, weil bereits in dem ersten Weser-Teilgutachten als Tatsache zum Ausdruck gebracht ist, daß zurzeit die Kaliindustrie auf die Einleitung ihrer Abwässer in die Vorfluter nicht verzichten kann. Damit war dem vorliegenden Gutachten nur die Aufgabe gestellt, die Möglichkeit anzugeben, unter denen bei der gegenwärtig nicht abstellbaren Einleitung der Kaliabwässer in die Weser und ihre Zuflüsse die Innehaltung der vom Reichs-Gesundheitsrat für das Weserwasser bei Bremen festgesetzten Grenzwerte gewährleistet erscheint. Ferner kommt in Betracht, daß, selbst wenn ein zweckmäßiges Verfahren zur anderweitigen Beseitigung der Endlaugen jetzt gefunden wäre, die Einführung des Verfahrens in die Praxis, abgesehen von allem übrigen, eine erhebliche Zeit, zumal während des Krieges, beanspruchen würde, während deren die Einleitung der Kaliabwässer in die Flüsse geduldet werden müßte. Bisher ist ein solches, hinsichtlich seiner technischen Brauchbarkeit oder wirtschaftlichen Durchführbarkeit anerkanntes Verfahren nicht angegeben worden. Schließlich wird der Kaliindustrie nicht die Möglichkeit entzogen werden dürfen, ihre Abwässer in die Flüsse zu entlassen, wenn anderen Industrien, wie zum Beispiel der Zuckerindustrie, den Sulfitzellulosefabriken, die gleiche Abwässerableitung unverwehrt bleibt. Es müßte

---

[1]) S. 30—32.

denn der durch die Kaliabwässer verursachte Schaden weit erheblicher sein, als die Nachteile der Zucker- oder Sulfitzellulose-Fabrikabwässer. Dies ist aber bis jetzt nicht nachgewiesen. Andererseits ist nicht zu verkennen, daß wie die Einleitung von Abwässern in die Flüsse überhaupt, so auch die Einleitung der Kaliabwässer, zumal bei ihrer großen Menge, in die Flußläufe ein Mißstand ist, dessen Einschränkung oder gänzliche Beseitigung aus hygienischen Gründen nur erwünscht sein kann. Auch von der Kaliindustrie wird bei ihrer großen Bedeutung erwartet werden können, daß sie sich dieser Erkenntnis nicht verschließt und den jetzigen Zustand nicht als eine endgültige Lösung der Abwässerfrage ansieht, daß sie vielmehr ihre bisherigen Bemühungen unvermindert fortsetzt, um Verfahren aufzufinden, die eine Verwertung oder anderweitige Beseitigung der Endlaugen ermöglichen, und damit auch ihrenteils zu einem endgültigen und befriedigenden Abschluß dieser Aufgabe beiträgt.

Über die Notwendigkeit einer wirksamen Flußüberwachung besteht unter den gegenwärtigen Verhältnissen kein Widerstreit der Meinungen. Den Zweifeln Tjadens über den Erfolg der bisherigen Überwachung steht das günstige Urteil Wagners gegenüber. Wie dem aber auch sei, so ist in dem Gedanken Kellers, daß sich die Flußüberwachung nicht wie jetzt auf die Feststellung des Tatbestandes beschränken dürfe, sondern ein unmittelbares Aufsichtsrecht über die Abwässerableitung erhalten müsse, eine die Frage wesentlich fördernde Anregung zu erblicken. Der Leiter der Flußüberwachung müßte den Kaliwerken gegenüber mit den Eigenschaften eines Beamten ausgestattet werden, der in ähnlicher Weise, wie der Bergrevierbeamte über den Bergwerksbetrieb, die polizeiliche Aufsicht über den Abwasserbetrieb führt, dessen Anordnungen in bezug auf diesen Betrieb von den Kaliwerken unbedingt befolgt werden müßten. Den Werksleitungen würde damit das Verfügungsrecht über die Ableitung der Abwässer, das sie jetzt völlig selbständig ausüben, entzogen werden. Andererseits hätte der Aufsichtsbeamte die Verantwortung für die regelrechte Ableitung der Abwässer zu übernehmen. Damit dieser Beamte seine Anordnungen zweckmäßig treffen kann, wird er in der engsten Verbindung mit seinem Überwachungsbezirk stehen müssen. Ein einziges zentrales Amt, wie das von Keller vorgeschlagene Wesergebietsamt, wird diese engen Verbindungen nicht herstellen können, abgesehen von allen Schwierigkeiten, die durch die stetig wechselnden praktischen Verhältnisse hervorgerufen werden, auch deshalb nicht, weil die Zahl der Kaliwerke im Wesergebiet — es handelt sich um etwa 90—100 Bergwerke mit etwa 40 Fabriken — hierfür viel zu groß ist. Es muß daher für jedes Teilgebiet eine besondere Flußüberwachungsstelle geschaffen werden. Andererseits ist die Bemerkung Kellers richtig, daß die Kaliwerke im Wesergebiet durch die Festsetzung der Versalzungsgrenzen für das Weserwasser bei Bremen zu einer Einheit geworden sind, deren einzelne Teile aufeinander Rücksicht zu nehmen haben. Ebenso sind seine Ausführungen über die häufig sprunghaften Änderungen des Anteils zutreffend, den die einzelnen Zubringerflüsse am Wasser der unteren Weser haben. Diese Verhältnisse bedingen also auch die Errichtung einer Stelle, in der die Nachrichten über die jeweiligen Wasserstände der einzelnen Flüsse des Wesergebiets und ihre Veränderungen zusammenlaufen und zur Berechnung der mutmaßlichen Zusammensetzung des Weserwassers aus den

einzelnen Flußwasseranteilen verwendet werden. Hierzu müßten für jedes Flußgebiet geeignete Personen bestellt werden, die je nach der Länge der Flußstrecke an einzelnen oder mehreren Stellen die Wasserstände derselben in bestimmten Zeitabständen feststellten und ihre Messungen sowohl jener Stelle, die als Hauptüberwachungsstelle bezeichnet werden soll, als auch den zuständigen Flußüberwachungsstellen mitteilten. Die Ergebnisse ihrer Berechnungen würde die Hauptüberwachungsstelle den einzelnen Flußüberwachungsstellen sobald als möglich bekannt zu geben und dabei anzuordnen haben, welchen Anteil der Wassermenge ihres Flußgebiets sie jeweils für die Ableitung der Abwässer ausnutzen lassen dürfen. Die Regelung des Verhältnisses zwischen der Hauptüberwachungsstelle und den Flußüberwachungsstellen im einzelnen bliebe der Vereinbarung unter den beteiligten Landesregierungen vorbehalten. Die Überwachungsstellen hätten im wesentlichen die unmittelbare Aufsicht auszuüben über die zweckmäßige und sichere Anlage hinreichend großer Abwasserbecken und über deren Betrieb, wie Einlaß und Auslaß der Abwässer, Wasserstandshöhe in den Behältern, Durchmischung mit dem Flußwasser, spezifisches Gewicht und chemische Zusammensetzung der Abwässer, sowie über die chemische Zusammensetzung des Wassers des Vorfluters mittels selbstanzeigender Pegel, elektrischer Leitfähigkeitsmeßapparate und der chemischen Untersuchung. Solche Überwachungsstellen wären für die Werra, Fulda und obere Weser, für die Schunter, Oker und obere Aller. für die Leine und Innerste und für die untere Aller einzurichten. Letztere würde auch den Mittellauf der Weser durch Probenahmen an einer Stelle, die nicht mehr durch den Stau des Schleusenwerks von Dörverden betroffen wird, etwa bei Nienburg, zu beaufsichtigen haben. Die wesentlichste Aufgabe der Hauptüberwachungsstelle bestände in der dauernden Aufsicht über die Wasserstände in den einzelnen Flußläufen des Wesergebiets und namentlich über den Stand des Weserwassers bei Bremen und seine Zusammensetzung aus den einzelnen Flußwasseranteilen. Sie hätte die Verantwortung dafür zu tragen, daß die für das Weserwasser bei Bremen festgesetzten Höchstgrenzen nicht überschritten werden. Hierzu müßte sie von den verschiedenen Flußüberwachungsstellen dauernd über die chemische Zusammensetzung des Wassers sämtlicher Zubringerflüsse der Weser unterrichtet werden. Schließlich würde die Hauptüberwachungsstelle anzuweisen sein, das bei ihr anfallende Untersuchungsmaterial sorgfältig zu sammeln und mit seiner Hilfe Ermittelungen darüber anzustellen, ob die hier für die einzelnen Flußläufe aufgestellten Grenzzahlen der Wirklichkeit entsprechen, oder ob und inwieweit sie abänderungsbedürftig sind. Wahrscheinlich wird sich auch auf diesem Wege eine Klärung der Frage nach dem Anstieg der Calciumhärte herbeiführen lassen. Voraussetzung für eine erfolgreiche Lösung dieser Aufgabe wäre aber, daß der Abwässerbetrieb in allen seinen Teilen im ganzen Wesergebiet nach dem Plan dieses Gutachtens zunächst vollkommen durchgeführt, also die Menge der abzuleitenden Abwässer darnach geregelt, der erforderliche Beckenraum geschaffen und für eine ordnungsgemäße Verarbeitung der Löserückstände Sorge getragen wäre.

Zweifellos ist es ein großer Apparat, der aufgeboten werden muß, um die Flußüberwachung wirksam zu gestalten, und es wird einer nicht zu kurzen Zeit bedürfen, bis er so eingespielt ist, daß seine Tätigkeit befriedigt und den gehegten Erwartungen

entspricht. Andererseits darf nicht übersehen werden, daß die Menge an Kalirohsalzen, die die Kaliindustrie im Wesergebiet jetzt verarbeitet, in einem Maße gegenüber der zulässigen höchsten Verarbeitung noch zurückbleibt, daß bei Anlage und gewissenhaftem Betrieb genügend großer Abwässerbecken gegenwärtig nicht nur die Innehaltung, sondern auch eine erhebliche Unterschreitung der für die untere Weser festgesetzten Grenzwerte erreicht werden muß.

Ganz wesentlich vereinfacht aber würde diese schwierige Flußüberwachung werden und es bedürfte namentlich nicht der überaus sorgfältigen unausgesetzten Beobachtung der Wasserstände aller einzelnen Zubringer im Hinblick auf ihren Einfluß auf die Wasserführung der Weser bei Bremen, wenn die Schöpfstelle für das Bremer Trinkwasser oberhalb der Allermündung verlegt würde. Hierauf wurde bereits oben (vergl. S. 333f.) hingewiesen. Dort wurde ausgeführt, daß die erheblichste Schwierigkeit für den Erfolg der Flußwasserüberwachung gerade in den Schwankungen besteht, denen die Zusammensetzung des unteren Weserwassers aus dem Wasser der einzelnen Zubringerflüsse unterworfen ist. Alle Teile würden von dieser Verlegung der Schöpfstelle Vorteile ziehen. Bremen würde hinsichtlich seiner Wasserversorgung unabhängig von der Versalzung der Aller werden und bei hinreichender Beaufsichtigung der Werrawerke die Sicherheit haben, daß ihm ein nicht unerheblich salzärmeres Wasser für seine Trinkwasserversorgung zur Verfügung steht (vergl. die 31. Übersicht, S. 389). Die Kaliwerke ihrerseits könnten mittlere und hohe Wasserstände ihrer Vorfluter innerhalb der erteilten Genehmigungen voll ausnutzen, ohne dabei durch ungünstige Wasserstände in anderen Wasserläufen des Flußgebiets beeinträchtigt zu werden. Die Flußüberwachungsstellen schließlich, die für die genannten örtlichen Bezirke nach wie vor bestehen bleiben müßten, würden in ihren Entschließungen unabhängig von den unter Umständen häufig wechselnden Anordnungen einer fernab liegenden Stelle und könnten ihre Entscheidungen auf Grund eigener Feststellungen mit größerer Sicherheit und auf längere Dauer treffen, weil nur die Verhältnisse ihres engeren Bezirks dabei in Betracht kämen. Ein Umstand darf hier allerdings nicht außer acht gelassen werden, das ist die Rücksichtnahme auf die an der unteren Weser gelegene Industrie, für die ein entsprechender Ausgleich geschaffen werden müßte.

Da es sich zwischen Bremen und der Allermündung um eine Entfernung von etwa 50 km handelt, so würde die Erbauung der notwendigen Wasserleitung nebst den zugehörigen Anlagen zweifellos nicht unbeträchtliche Kosten verursachen. Dem stehen jedoch die geschilderten unleugbaren Vorteile einer solchen Anlage und die Kostenersparnisse gegenüber, die mit der Vereinfachung der Flußüberwachung dauernd verbunden sein würden. Der Reichs-Gesundheitsrat hält daher den Plan für erwägungswert und sieht jedenfalls in der Kostenfrage keinen Grund, der seiner Ausführung hindernd im Wege stehen könnte.

XI. Zur Frage der Versorgung Bremens mit Grundwasser.

In dem ersten Teilgutachten haben bereits Versuche Erwähnung gefunden, die die Stadt Bremen seit dem Jahre 1902 unternommen hat, um für die Trinkwasser-

versorgung geeignetes Grundwasser zu erschließen[1]). Insbesondere sind dort Versuche beschrieben, die von Bremen auf einer Halbinsel am linken Weserufer oberhalb der Stadt, der sogenannten Korbinsel, ausgeführt wurden, bei denen sich jedoch zeigte, daß das Grundwasser durch das Weserwasser weitgehend beeinflußt wird. Das gleiche Ergebnis hatten Versuche an einem 420 m landeinwärts vom Flußufer angelegten Brunnen. Noch weiter flußaufwärts zu gehen, verbot sich nach Angabe der Bremischen Behörden, weil frühere hydrologische Untersuchungen ergeben hatten, daß weiter flußaufwärts ein Salzwasserstrom aus dem Tertiär an das Flußbett herantritt, der andauerndes Pumpen aus dem Diluvium dort unmöglich macht. Mehr landeinwärts Versuchsbrunnen anzulegen, war nach den erhaltenen Auskünften aus örtlichen Gründen auch nicht möglich. Das erste Teilgutachten war daher zu dem Schluß gelangt, daß noch auf unbestimmte Zeit, wenn nicht für die Dauer, mit einer Wasserversorgung Bremens aus der Weser gerechnet werden müsse. Übrigens sei selbst dann, wenn es gelingen sollte, eine Grundwasserversorgung für Bremen zu schaffen, eine völlige und endgültige Abkehr von der Weser als Bezugsquelle nicht ratsam, weil man bei der Wasserversorgung großer Städte die Heranziehung der fließenden Welle in den benachbarten Gewässern für Fälle der Not und besondere Katastrophen tunlichst offen halten müsse. Keller ist in seiner Denkschrift[2]) auf die Frage zurückgekommen. Nach ihm ist „kein schlüssiger Beweis dafür geliefert worden, daß die Herbeischaffung von Grundwasser aus wirtschaftlich durchaus möglichen Entfernungen nicht in Erwägung zu ziehen sei." „Soweit bekannt, würde Bremen aus zwei getrennten Gebieten mit Grundwasser versorgt werden können, von denen das eine ungefähr 10 km südsüdwestlich der Stadt in der sogenannten Vorgeest liegt, das andere rund 30 km östlich im Wümmetal. Diese Lage entspräche den beiden Stadthälften links und rechts der Weser". Dem gegenüber verweist Tjaden in seiner zur Erwiderung der Denkschrift Kellers erschienenen Schrift[3]) auf ein Schreiben der Bremischen Behörden vom 18. April 1917 an die Preußische Landesanstalt für Wasserhygiene, das in dem von der Landesanstalt erstatteten Leinegutachten abgedruckt ist[4]) und eine Schilderung der von Bremen zur Erfassung von Grundwasser unternommenen Versuche enthält. Auf Rat der Preußischen Geologischen Landesanstalt sei zunächst der von dem südwestlich von Bremen gelegenen Diepholzer Hochplateau kommende Grundwasserstrom an dem nordöstlich gerichteten Abfall des Plateaus zu erfassen versucht worden. Jahrelange Bohrungen hätten ergeben, daß das Tertiär dort starke Berg- und Talbildung zeigt, daß ferner das stellenweise mehr als 180 m starke Diluvium vorwiegend aus feinen Sanden besteht. Über die dauernde Ergiebigkeit der zunächst auf 20 km angenommenen Fassungslinie gingen die Ansichten der Sachverständigen weit auseinander. Im Westen sei die Fassungslinie beschränkt durch Moorbildungen im Untergrund von anscheinend großer Ausdehnung; im Osten fließe, aus dem Tertiär kommend, schon in geringer Tiefe ein Salzwasser-

[1]) a. a. O. S. 282 f.

[2]) S. 23/24 und S. 28/29.

[3]) S. 20 — 22.

[4]) a. a. O. Heft 23, S. 164.

strom mit mehr als 4000 mg/l Chlor. Versuche, aus dem Tertiär Wasser zu gewinnen, seien gänzlich fehlgeschlagen. Die Moorbildungen und der Salzwasserstrom schränkten die Fassungslinie auf etwa 12 km ein. Da die Gegend jetzt schon ziemlich dicht bebaut sei und die Bebauung weiter zunehme, so würden durch den Grundwert und durch die nach dem preußischen Wassergesetz entstehende Entschädigungspflicht Kosten sich ergeben, die im Verhältnis zu der zu erzielenden Wassermenge außerordentlich hoch und für Bremen kaum erschwinglich seien. Weitere Versuche seien im oberen Wümmetal angestellt worden. Auch hier sei eine Salzquelle mit mehreren tausend mg/l Chlor dazwischen getreten, die die Fortsetzung der Versuche hätten aussichtslos erscheinen lassen. Die Verhältnisse im Allertal seien an Hand von zahlreichen, von der Kaliindustrie zur Verfügung gestellten Bohrprofilen von Sachverständigen mit so ungünstigem Ergebnis geprüft worden, daß von Bohrversuchen Abstand genommen worden sei. Aus dem Alluvialgebiet unmittelbar neben der Weser oberhalb Bremens seien zwar, wie mehrere Jahre fortgesetzte Pumpversuche ergeben hätten, genügende Mengen Wasser zu gewinnen, die Salze des Weserwassers seien aber in steigendem Maße durch die Zwischenschicht zwischen Weser und Brunnenanlagen hindurch gedrungen. Bereits angefangene Bauarbeiten zum Zwecke der Errichtung eines Pumpwerks hätten eingestellt werden müssen. Der bisherige Kostenaufwand Bremens für die geschilderten Versuche betrage insgesamt etwas über 1 Million Mark. Durch künstliches Grundwasser Abhilfe zu beschaffen, würde für Bremen unerschwingliche Kosten verursachen, falls es überhaupt möglich sein sollte, auf diese Weise einigermaßen beträchtliche Mengen Wasser zu erhalten.

Bei diesem Widerspruch der vorliegenden Äußerungen erscheint das Urteil eines auf hydrologischem Gebiet besonders erfahrenen Sachverständigen, des Direktors der Preußischen Geologischen Landesanstalt, Geheimen Oberbergrats Professor Dr. Beyschlag, besonders wertvoll. Der Genannte hat auf Ersuchen des Vorsitzenden des Reichs-Gesundheitsrats über die in Rede stehende Frage unter dem 5. April 1916 ein Gutachten erstattet, das nachstehend im Wortlaut folgt.

Die Frage der Grundwasserversorgung Bremens vom geologischen Standpunkt.

Die Frage, ob sich für Bremen eine Grundwasserversorgung ermöglichen läßt, ist aus verschiedenen Gründen nicht eine rein geologisch-hydrologische, sondern vielleicht in höherem Maße eine wirtschaftliche. Vom geologisch-hydrologischen Standpunkt kann sie bejaht werden. Da aber geeignete Fassungsgebiete für Grundwasser nicht unmittelbar an der Stadt, ja nicht einmal innerhalb der bremischen Staatsgrenzen, sondern erst in beträchtlicher Entfernung auf fremdem Boden vorhanden sind, so spielen wirtschaftliche Gesichtspunkte bei der Entscheidung eine große Rolle. Es will uns scheinen, daß diese Schwierigkeiten nicht unbesiegbar sind, aber der Geologe muß sich hierüber Zurückhaltung auferlegen. Im folgenden soll also die Frage nur vom geologisch-hydrologischen Standpunkt geprüft werden.

Bremen liegt inmitten einer beckenartigen Erweiterung des Wesertales ungefähr dort, wo die Gezeitenbewegung im Strome erlischt. Das Wehr von Hemelingen dicht oberhalb der Stadt ist die Grenze dieser Bewegung. Auf dem linken Weserufer

dehnen sich weite Marschen aus; auf seinem rechten Ufer wird der Strom von dem die Altstadt tragenden, 27 km langen Dünenzuge begleitet, hinter dem sich große Moore entwickelt haben, die zunächst mit einer starken Schlickdecke bekleidet sind und infolgedessen als Marschen erscheinen, weiterhin aber, besonders jenseits des Wümmeflusses, frei zutage liegen. In der Gegend von Ellen-Oberneuland wird diese rechtsseitige Marsch durch eine wenig erhöhte Sandfläche unterbrochen. Das Bremer Becken wird dadurch bedingt, daß der nordwestlich gerichteten Weser von Osten die in breiter Talebene fließende Wümme und von Nordosten die von Mooren umgebene Hamme zugehen; beide vereinigen sich einige Kilometer vor der Einmündung in die Weser als Lesum. Umlagert wird das Becken von mehreren flachwelligen Geestplateaus. Es sind das zwischen Weser und Hamme die durchschnittlich 30 — 40 m hohe Vegesacker Geest, ferner im Osten von Bremen die durch das Wümmetal geteilte Achim-Ottersberger Geest mit 20 — 30 m Durchschnittshöhe und im Süden und Südwesten die Delmenhorst-Syker Geest mit meist 40 — 50 m Höhe. Der letzteren ist eine 6 — 8 km breite Sandebene (die sog. Vorgeest) vorgelagert, die von den zahlreichen aus der Geest kommenden Flüßchen und Bächen angeschwemmt ist. Sie senkt sich fast rechtwinklig zum Weserlauf von etwa 15 m Meereshöhe am Geestrande auf etwa 4—5 m am Marschrande.

In einiger Entfernung oberhalb von Bremen ist eine sandige Niederterrasse im Wesertal entwickelt, die unterhalb von Nienburg auch den ganzen Raum zwischen Weser und Aller erfüllt. Sie senkt sich gleichsinnig mit dem Strome, löst sich schließlich in einzelne aus der jungen, lehmigen Flußaue aufragende Inselflächen auf und versinkt etwa bei Thedinghausen unter der Marsch. Die bereits erwähnte Sandfläche bei Ellen ist ihr nördlichstes Oberflächenstück.

Der geologische Bau der ganzen Gegend ist verhältnismäßig einfach. Die Geestgebiete bestehen aus nordischem Diluvium, d. h. Geschiebelehm- und Geschiebesand-Flächen. Dieses zieht sich, meist zu durchlässigem Geschiebesand und Kies ausgewaschen, auch durch den Untergrund der Täler in etwa 5 — 10 m Tiefe unter dem Alluvium. Seine durchschnittliche Mächtigkeit kann auf 30 — 60 m geschätzt werden, doch haben die Brunnenbohrungen in der Oberfläche des unter dem Diluvium ausgebreiteten Tertiärs an einigen Orten Furchen von einer Tiefe bis etwa 200 m nachgewiesen, die mit diluvialem Feinsand und Ton und in der Tiefe auch mit einzelnen Kiesschichten ausgefüllt sind. Solche Stellen ungewöhnlicher Diluvialmächtigkeit sind bekannt unter Bremen, Hemelingen, Brinkum, Fahrenhorst und Nienburg. In der Regel ist das untere Diluvium allenthalben feinsandig und tonig entwickelt, das obere grobsandig und lehmig-mergelig. Das Tertiär besteht zu oberst aus dem 10 — 20 m mächtigen Glimmerton des Obermiocäns; darunter folgen tonige Glaukonitsande des Mittelmiocäns und, namentlich rechts der Weser, feine Sande der untermiocänen Braunkohlenformation. In größerer Tiefe stellt sich der Septarienton des Mitteloligocäns ein, unterlagert von Glaukonitsand, Ton und Quarzkies des Unteroligocäns. Als tiefster Teil der Tertiärbildungen sind fast überall mächtige eocäne Tonschichten bekannt geworden. Das obere Tertiär zeigt eine ziemlich regelmäßige Lagerung; unter der Geest erhebt es sich aber stellenweise nicht unbeträchtlich über

das Niveau, das es unter dem Bremer Becken einnimmt, und ist in einigen weit zerstreuten Tagesaufschlüssen entblößt. Die beiden Salzbohrungen an der Bremer Neustadt und die zahlreichen Bohrungen und Schächte im Allergebiet haben als Liegendes des Tertiärs fast allgemein Kreidemergel angetroffen, dessen Mächtigkeit über den Salzstöcken meist gering ist, abseits derselben aber auf Hunderte von Metern anschwillt.

Von besonderer Wichtigkeit sind die im Liegenden der Kreide und oft nur 100—200 m unter der Erdoberfläche aufgefundenen, örtlich scharf begrenzten Stöcke von Zechsteinsalzgebirge. Sie ragen pfeiler- und horstartig aus 1 — 2 und mehr Kilometern Erdtiefe ähnlich wie vulkanische Massen durch mesozoische Schichtsysteme empor, tragen stets eine Schutzkappe von Gips und Anhydrit und endigen oben mit einer Ablaugungsfläche, die man als „Salzspiegel" bezeichnet, ein Ausdruck, der sich an den Begriff „Grundwasserspiegel" anlehnt. Im Allergebiet hat man die Salzhorste bis oberhalb von Verden verfolgt; an der Weser ist neuerdings das Salzgebirge durch zwei Bohrungen an der südlichen Stadtgrenze Bremens in 450 bezw. 730 m Tiefe erreicht. Wahrscheinlich stecken im Untergrund der weiteren Umgebung von Bremen noch einige unbekannte Horste. Ohne Frage macht die unterirdische Ablaugung an zahlreichen Stellen gegenwärtig noch Fortschritte. Infolgedessen ist weithin das tiefere Grundwasser versalzen. Zunächst gilt dies von dem wenig bewegten, offenbar in sehr langsamem Tempo sich erneuernden Grundwasser in den Klüften und Schichtfugen der Kreide. Die gewaltige, stellenweise über 200 m mächtige Tonmasse des unteren Tertiärs (Eocän) bildet ein großes Hindernis für das Aufsteigen der Salzsole in höhere Schichten. Aber diese Tonmasse ist, obwohl sehr ausgedehnt, doch nicht lückenlos. So kommt es, daß auch die unteroligocänen und miocänen Sande vielfach noch salzhaltiges Wasser führen. Auch die obermiocäne Tondecke vermag dessen weitere Verbreitung nicht zu verhindern, denn auch sie weist viele Lücken auf und scheint sich im Allergebiet ganz zu verlieren. Immerhin ist im Diluvium das Salzwasser bereits örtlich stark eingeschränkt und durch den lebhafteren Grundwasserverkehr sehr verdünnt. Ansehnliche Diluvialgebiete sind von Salzwasser frei.

In den Jahren 1903 — 1913 hat das Bremer Wasserwerk durch 63 Bohrungen im weiten Halbkreis von Süd über Ost nach Nord geeignetes Grundwasser zur Versorgung der Stadt gesucht. Es stützte sich dabei auf ein von F. Beyschlag und W. Wolff am 7. 5. 1903 an die Senatskommission für die Erleuchtungs- und Wasserwerke erstattetes „Gutachten über die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Bremen in bezug auf die Versorgung der Stadt mit Grundwasser". Im Lauf der Bohrarbeiten folgten diesem Gutachten drei weitere geologische Darlegungen von W. Wolff, nämlich das „Gutachten über die Ergebnisse der am südwestlichen Geestrande bei Bremen ausgeführten geologisch-hydrologischen Aufschlußbohrungen" (25. 7. 1904), ferner „Die Zusammensetzung des Untergrundes im Bereich des südwestlichen Bremer Grundwasserstromes und ihr Einfluß auf die Wasserbeschaffenheit" (19. 8. 1907) und „Die geologische Beschaffenheit des Grundwassergebiets zwischen der Linie Kämena-Tenöver im Norden und der bremischen Grenze im Süden"

(23. 8. 1907). Als später die Untersuchungen noch weiter ausgedehnt wurden, kam ein Bericht von W. Wolff hinzu „Ergebnisse einer Bereisung der unteren Talgebiete von Aller und Wümme zur Vorprüfung ihrer Eignung für die Grundwasserversorgung von Bremen“ (5. 1913). Über die hydrologischen Ergebnisse der ersten Bohrungen hat der Direktor des Wasserwerks, Herr E. Götze, am 1. 3. 1905 den „Bericht über die hydrologische Untersuchung des im Süden von Bremen gelegenen Gebietes bis zum Geestrand zwischen Syke und Delmenhorst“ verfaßt.

Es hat sich gezeigt, daß das Tertiär und das untere Diluvium zur Grundwasserentnahme nicht geeignet sind. Auch müssen die Geestgebiete ausscheiden, weil sie zwar vielfach recht gutes Wasser enthalten, dieses aber zu weitläufig verteilt ist, um den Bedarf von 60000 cbm — es ist das der für das Jahr 1932 berechnete Bremer Gesamtbedarf — zu decken. Von den Talgebieten scheidet das eigentliche Wesertal völlig aus, weil es zu sehr unter dem Einfluß des arg mit Kaliendlaugen beladenen Stromes steht und außerdem an den meisten Orten salzhaltiges Tiefenwasser führt. Dieses letztere hat sich überhaupt als eine Hauptschwierigkeit erwiesen, deren Vermeidung große Umsicht erfordert. Das Endergebnis der bisherigen Bohrversuche ist dieses, daß sich in der sogenannten Vorgeest ein Grundwasserbezirk findet, der zum mindesten einen erheblichen Teil der benötigten Wassermenge zu liefern vermag. Genaue Ziffern liegen allerdings darüber nicht vor, wenigstens nicht der Öffentlichkeit.

Von den beiden großen Nebentälern der Weser, die für den Rest in Frage kommen, verdient das Wümmetal den Vorzug. Das Allertal bietet zwar mit seiner riesigen sandigen Niederterrasse ein großes selbständiges Infiltrationsgebiet, das man wohl versuchen könnte auszunutzen; aber es erfordert dort besondere Vorsicht und ausgedehnte, kostspielige Vorarbeiten, um einerseits das salzige Tiefenwasser zu meiden und zugleich dem Einfluß der die Terrasse umfließenden verdorbenen Weser und Aller aus dem Wege zu gehen. Im Wümmetal kommt besonders der Abschnitt auf Meßtischblatt Ahausen in Betracht, wo gute, durchlässige und wasserreiche Schichten in geringer Tiefe gefunden sind. Dieses Tal ist auch frei von Kaliwerken, weil alle Bohrungen bisher fehlgegangen sind. Aber eine natürliche schwache Salzquelle bei der Ahäuser Mühle (0,4% Salz) könnte Bedenken erregen. Indessen dürfte diese Sole, wie mehrere Bohrungen in nächster Nähe anzeigen, aus erheblicher Tiefe emporsteigen. Ihr Ursprung liegt sicher unterhalb der obermiocänen Tondecke. Weit und breit kennt man keine andre Spur von Salzwasser in dieser Gegend.

Die vorstehende Betrachtung ergibt also, daß man Bremen wohl mit Grundwasser versorgen kann, jedoch aus zwei getrennten Gebieten, von denen das eine ungefähr 10 km südsüdwestlich der Stadt in der sogenannten Vorgeest liegt, das andere rund 30 km östlich im Wümmetal. Diese Lage entspräche den beiden Stadthälften links und rechts der Weser. Ein Nachteil für die Stadt liegt darin, daß beide Entnahmegebiete nicht bremisch, sondern preußisch sind. Auf bremischem Staatsgebiet ist leider die erforderliche Grundwassermenge nicht gewinnbar.

Nach diesem Gutachten erscheint dem Reichs-Gesundheitsrat die Beschaffung von Grundwasser für die Trinkwasserversorgung Bremens als eine zwar schwierige,

aber nicht von vornherein unlösbare Aufgabe. Schon wenn es gelänge, einen Teil des Trinkwasserbedarfs aus Grundwasser zu decken, müßte dies als ein erheblicher Fortschritt angesehen werden.

Der Reichs-Gesundheitsrat glaubt daher, die nachdrückliche Fortführung der Versuche zur Erschließung von Grundwasser als ein vom gesundheitlichen Standpunkt aus dringendes Erfordernis bezeichnen zu sollen.

XII. Schlußsätze.

1. Werden die Höchstgrenzen für Gesamthärte und Chlorgehalt des Weserwassers bei Bremen, die in dem bereits erstatteten ersten Teilgutachten im Hinblick auf die Verwendung dieses Wassers als Trinkwasser für die Stadt Bremen gezogen worden sind, innegehalten, so wird damit nach dem derzeitigen Stande der Kenntnisse und Erfahrungen auch den Anforderungen entsprochen, die zum Schutze der Interessen der Fischerei, der Land- und Viehwirtschaft, sowie der Industrie an das Weserwasser billigerweise zu stellen sind.

Dies gilt auch für die Zubringerflüsse der Weser, wenn die nachstehend unter Nr. 8 für sie angegebenen Grenzzahlen bezüglich der Gesamthärte und des Gesamtchlorgehalts nicht überschritten werden. Unter der gleichen Voraussetzung werden auch das Selbstreinigungsvermögen des Flußwassers, seine Fähigkeit, fäulnisfähige organische Stoffe zu zerstören, sowie das Gedeihen der Mikrofauna und Mikroflora in der Weser und ihren Zubringerflüssen nicht gefährdet. Die für das Weserwasser bei Bremen festgesetzten Grenzwerte tragen auch den berechtigten Interessen der Kaliindustrie Rechnung und gewähren ihr für ihre Weiterentwickelung im Wesergebiet einen angemessenen Spielraum.

2. Als gleichwertige Abflußmengen, die durchschnittlich an 180 Tagen unterschritten werden, sind anzunehmen:

für die Werra } bei Hann.-Münden	33 cbm/sek.
„ „ Fulda } bei Hann.-Münden	38 „
„ „ mittlere Weser ohne Werra und Fulda	76 „
„ „ gesamte Weser oberhalb der Allermündung	147 „
„ „ obere Aller bei Celle	20,6 „
„ „ Leine bei Bothmer	44 „
„ „ untere Aller bei Verden ohne Leine	30,4 „
„ „ gesamte Aller an der Mündung	95 „
„ „ Weser bei Bremen	242 „

3. Für die natürliche Härte und den natürlichen Chlorgehalt des Weserwassers bei Bremen werden auf Grund der Feststellungen über die chemische Zusammensetzung des Wassers vor Einleitung der Kaliabwässer die folgenden Werte angenommen:

für die niedrigen Wasserführungen	12—11° Härte	und	60—55 mg/l Chlorgehalt
„ „ mittleren „	10° „	„	50 „ „
„ „ hohen „	9—8° „	„	30—25 „ „

4. Daraus ergeben sich für das **Weserwasser bei Bremen** die folgenden **Zuwachswerte**:

bei den niedrigen Wasserführungen	8—9°	f. d. Härte und	190—195 mg/l	f. d. Chlorgehalt
„ „ mittleren „	10°	„ „ „ „	200	„ „ „ „
„ „ hohen „	11—12°	„ „ „ „	220—225	„ „ „ „

5. Für die **natürliche Härte** und den **natürlichen Chlorgehalt der Zubringerflüsse der Weser** werden auf Grund der Feststellungen über die chemische Zusammensetzung der Flußwässer vor Einleitung der Kaliabwässer die folgenden Werte angenommen:

	Härte	Chlorgehalt
für das Werrawasser bei Hann.-Münden	14,1° Härte und	73 mg/l Chlorgehalt
„ „ Fuldawasser bei Hann.-Münden	6,6° „ „	20,8 „ „
„ „ Wasser der mittleren Weser ohne Werra- und Fuldawasser	9,5° „ „	36,6 „ „
„ „ gesamte Wasser der Weser oberhalb der Allermündung	9,5° „ „	40,7 „ „
„ „ Wasser der oberen Aller bei Celle	10,2° „ „	40,8 „ „
„ „ „ „ Leine bei Bothmer	15,2° „ „	63 „ „
„ „ „ „ unteren Aller ohne Leinewasser	7,5° „ „	30 „ „
„ „ gesamte Allerwasser an der Mündung	11,1° „ „	45,3 „ „

6. Damit die im ersten Teilgutachten für das Weserwasser bei Bremen festgesetzten Grenzwerte innegehalten werden, dürfen bei den **durchschnittlichen Wasserführungen** die folgenden **Zuwachswerte** nicht überschritten werden:

	f. d. Härtezuwachs	f. d. Chlorzuwachs
für das Werrawasser bei Hannov.-Münden	19,9°	398 mg/l
„ „ Fuldawasser bei Hannov.-Münden	3,9°	78,4 „
„ „ Wasser der mittleren Weser ohne Werra- und Fuldawasser	2,0°	39,2 „
„ „ gesamte Wasser der Weser oberhalb der Allermündung	6,5°	130 „
„ „ Wasser der oberen Aller bei Celle	20,1°	402 „
„ „ „ „ Leine bei Bothmer	10,0°	200 „
„ „ „ „ unteren Aller ohne Leinewasser	20,1°	402 „
„ „ gesamte Allerwasser an der Mündung	15,4°	308 mg/l

7. Bei den **niedrigen Wasserführungen** dürfen die folgenden **Zuwachswerte** nicht überschritten werden:

	f. d. Härtezuwachs	f. d. Chlorzuwachs
für das Werrawasser bei Hannov.-Münden	16,8—17,8°	336—356 mg/l
„ „ obere Allerwasser bei Celle	18,5—19,5°	370—390 „
„ „ Leinewasser bei Bothmer	6,7— 8,7°	134—174 „
„ „ untere Allerwasser ohne Leinewasser	17,1—18,1°	342—362 „

8. Daraus ergeben sich für die Flüsse des Wesergebiets die folgenden höchsten zulässigen Gesamtwerte für die Härte und den Chlorgehalt, die bei allen Wasserführungen nicht überschritten werden dürfen:

	f. d. Härte	f. d. Chlorgehalt
für das Werrawasser } bei Hannov.-Münden	34,0°	471 mg/l
„ „ Fuldawasser } bei Hannov.-Münden	10,5°	99 „
„ „ Wasser der mittleren Weser ohne Werra- und Fuldawasser	11,5°	76 „
„ „ gesamte Wasser der Weser oberhalb der Allermündung	16.0°	171 „
„ „ Wasser der oberen Aller bei Celle	30,3°	443 „
„ „ „ „ Leine bei Bothmer	25,2°	263 „
„ „ „ „ unteren Aller ohne Leinewasser	27.6°	432 „
„ „ gesamte Allerwasser an der Mündung	26,5°	353 mg/l

9. Bei Innehaltung dieser Grenzen ist eine höchste zulässige Jahresverarbeitung (300 Tage) an Kalirohsalzen (Carnallit und Hartsalz), insoweit damit die Ableitung von Abwässern in Flußläufe des Weserstromgebiets verbunden ist, gewährleistet:

für die Werra	17,67 Millionen dz
„ „ Fulda	4,01 „ „
„ „ mittlere Weser ohne Werra und Fulda	4,01 „ „
„ „ gesamte Weser oberhalb der Allermündung	25,69 „ „
„ „ obere Aller bis Celle	11,14 „ „
„ „ Leine	11,84 „ „
„ „ untere Aller ohne Leine	16,44 „ „
„ „ gesamte Aller	39,42 „ „
„ das gesamte Wesergebiet	65,11 Millionen dz

Der Reichs-Gesundheitsrat erachtet es für geboten, daß die Gesamtheit der Konzessionen, auch der bestehenden einschließlich der noch nicht ausgenutzten, sowie der zukünftigen, innerhalb dieser Höchstverarbeitungsmengen bleibt.

10. Damit auch bei voller Ausnutzung der höchsten zulässigen Jahresverarbeitung an Kalirohsalzen die für das Weserwasser bei Bremen festgesetzten Grenzen nicht, überschritten werden, sind bei Wasserführungen unter den durchschnittlichen Abflußmengen die entstehenden Kaliabwässer, einschließlich der Schacht-, Spül- und Haldenwässer sowie der Kieseritwaschwässer, in Abwässerbecken aufzuspeichern und in die Vorflut nur nach deren jeweiligem Wasserstande zu entlassen.

Im Durchschnitt sind im Jahre bei den angegebenen höchsten zulässigen Jahresverarbeitungen an Abwässern aufzuspeichern:

an der Werra	174000 cbm,	also auf je 1000 dz Tagesverarbeitung	2954 cbm
„ „ oberen Aller bis Celle	102000 „	„ „ „ 1000 „ „	2746 „
„ „ Leine	105000 „	„ „ „ 1000 „ „	2660 „
„ „ unteren Aller	113000 „	„ „ „ 1000 „ „	2063 „
„ „ Weser insgesamt	589325 „	„ „ „ 1000 „ „	2716 „

11. Auf je 1000 dz Tagesverarbeitung ist daher für das Wesergebiet ein Fassungsraum der Abwässerbecken von 3000 cbm als erforderlich zu erachten.

12. Bei der Kieseritgewinnung aus den Löserückständen ist die Auflösung des Steinsalzes möglichst zu vermeiden.

Die stellenweise übliche Beseitigung des Löserückstandes durch Auflösung des Steinsalzes (Fortwaschen des Rückstandes) ist zu untersagen.

13. Die Abwässerbecken müssen mit den erforderlicheu Einrichtungen versehen sein, damit die Ableitung ihres Inhalts entsprechend der jeweiligen ausnutzbaren Wasserführung des Vorfluters geregelt werden kann und dessen Versalzung gleichmäßig bleibt. Die Abwässer müssen geklärt sein und vor dem Einlauf hinreichend verdünnt werden. Sie müssen in den Vorfluter so eingeleitet werden, daß eine möglichst schnelle und gründliche Durchmischung der Abwässer mit dem Flußwasser gewährleistet wird.

Nach den derzeitigen Erfahrungen ist die Ausführung genügend wasserdichter Abwässerbecken in Erdschüttung möglich und wird von den Kalifabriken der Kostenersparnis halber vielfach gewünscht. Es muß freilich für den Bau ein Material verwendet werden, das gegen den Angriff der in den Abwässern gelösten Stoffe so widerstandsfähig ist, daß die Becken im Laufe der Zeit nicht undicht werden.

14. Es ist erwünscht, daß die beteiligten Kaliwerke die Bewirtschaftung der Abwässereinleitung im Wesergebiet und in den einzelnen Zubringergebieten nach Möglichkeit durch freie Vereinbarung, z. B. genossenschaftlich, regeln.

Um Überschreitungen der für die einzelnen Flußläufe des Wesergebiets festgesetzten Grenzwerte zu verhüten, empfehlen sich folgende Maßnahmen:

Für die Flußgebiete der Werra, Fulda und oberen Weser, der Oker, Schunter und oberen Aller, der Leine und Innerste sowie der unteren Aller und mittleren Weser werden auf Grund entsprechender Vereinbarung unter den beteiligten Bundesregierungen Flußüberwachungsstellen eingerichtet, die behördlichen Charakter erhalten und einer höheren Verwaltungsstelle unmittelbar unterstehen. Die Überwachungsstellen haben nicht nur die Beschaffenheit des Wassers der Vorfluter festzustellen und fortlaufend zu beaufsichtigen, sondern auch eine unmittelbare Kontrolle des Abwasserbetriebs, besonders der Anlage und des Betriebs der Abwässerbecken der einzelnen Kaliwerke auszuüben. Die Kaliwerke sind zu verpflichten, den Anordnungen der Überwachungsstellen in bezug auf den Abwässerbetrieb Folge zu leisten. Die Überwachungsstellen sind für den ordnungsmäßigen Abwässerbetrieb und die den Vorschriften entsprechende Zusammensetzung des Flußwassers verantwortlich zu machen.

Da für die Tätigkcit der Überwachungsstellen nicht bloß die jeweilige Wasserführung des ihrer Aufsicht unmittelbar unterstellten Flußgebiets, sondern auch die jeweiligen Abflußmengen der übrigen Zubringerflüsse der Weser von bestimmendem Einfluß sind, weil die von ihnen vorzunehmenden Kontrollen und die von ihnen zu erlassenden Weisungen von dem Anteil abhängig sind, den das Wasser eines jeden Zubringerflusses an dem Weserwasser bei Bremen zeitweilig hat, so bedarf es der Einrichtung eines entsprechenden Meldedienstes hinsichtlich der jeweiligen Wasserstände der in Betracht kommenden Flußläufe. Zu diesem Zwecke wäre eine Regelung etwa

in dem Sinne ratsam, daß hierzu geeignete und verpflichtete Personen die Wasserstände ihres Flußgebiets, je nach der Länge der Flußstrecken an einzelnen oder mehreren Stellen, in bestimmten Zeitabständen feststellen und an eine zu bildende Hauptüberwachungsstelle und außerdem an die zuständige Flußüberwachungsstelle melden. Jener Hauptüberwachungsstelle wäre aufzugeben, auf Grund der bei ihr regelmäßig eingehenden Anzeigen die jeweils zu erwartende Abflußmenge des Weserwassers bei Bremen und den Anteil der Wassermenge der einzelnen Zubringerflüsse daran zu berechnen. Diese Feststellungen wären den einzelnen Flußüberwachungsstellen alsbald bekannt zu geben; dabei wäre vorzuschreiben, welchen Anteil der zu erwartenden Abflußmenge sie in ihren Flußgebieten für die Ableitung der Abwässer jeweils ausnutzen lassen dürfen. Die Hauptüberwachungsstelle hätte dafür zu sorgen, daß die für das Weserwasser bei Bremen festgesetzten Höchstgrenzen nicht überschritten werden. Die Tätigkeit der Hauptüberwachungsstelle würde insbesondere für solche Zeiten von Bedeutung sein, in denen die Anteile der einzelnen Zubringerflüsse an der Wasserführung der Weser bei Bremen, was nicht selten der Fall ist, mehr oder minder große Abweichungen von der Regel zeigen.

Für den Flußüberwachungsdienst wäre neben den erforderlichen chemischen Untersuchungen des Flußwassers und der Abwässer ein weitgehender Gebrauch von selbsttätigen Apparaten, wie selbstanzeigende Pegel, elektrische Leitfähigkeitsmeßapparate, zu machen.

15. Wesentliche Vorteile würden sich unter der Voraussetzung, daß die für die Werra festgesetzten Grenzwerte innegehalten werden, für alle Beteiligten ergeben, wenn die Schöpfstelle für das Bremer Wasserwerk an die Weser oberhalb der Allermündung verlegt würde.

16. Es erscheint nicht aussichtslos, daß Bremen seinen Bedarf an Trinkwasser durch Anlage eines Grundwasserwerkes ganz oder wenigstens teilweise zu decken vermag. In Anbetracht der außerordentlichen Wichtigkeit, die der Versorgung Bremens mit Grundwasser für seinen Trinkwasserbedarf in gesundheitlicher Hinsicht zukommen würde, ist die nachdrückliche Förderung der von den bremischen Behörden bereits begonnenen Versuche zur Erschließung von Grundwasser als sehr ratsam zu bezeichnen.

Andererseits betrachtet der Reichs-Gesundheitsrat die Einleitung der Kaliabwässer in die Flußläufe nicht als die endgültige Lösung der Abwasserfrage, sondern als einen Notbehelf, der nur so lange duldbar erscheint, als die anderweitige Beseitigung der Abwässer noch nicht durchführbar ist. Der Reichs-Gesundheitsrat erachtet es für dringend erforderlich, daß die Kaliindustrie ihre Bemühungen zur unschädlichen Beseitigung der Abwässer, ohne diese in die Vorfluter abzuleiten, nach Kräften fortsetzt.

Nachstehend folgen die für das Gutachten grundlegenden Übersichten 1 bis 31.

1. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Fuldawassers, endlaugenfrei[1]).

Ort und der Entnahme der Wasserproben	Zeit	Pegelstand m oder Wasserführung cbm/sek.	Ca-Härte D. H.°	Mg-Härte D. H.°	Ges.-Härte D. H.°	Cl mg/l
Kohlhaus-Bronzell . . .	Sept. 1900	—	3,85	2,60	6,45	14,2
	„ 1900	—	6,20	2,81	9,01	14,2
Fulda	Sept. 1900	—	3,85	2,38	6,23	14,2
	„ 1900	—	5,55	2,63	8,18	14,2
	„ 1900	—	4,65	2,93	7,58	23,1
	23. Sept. 1907	—	3,75	1,40	5,15	12,5
Horas	Sept. 1900	—	5,30	3,04	8,34	14,2
	23. Sept. 1907	—	4,25	1,60	5,85	21,3
Hersfeld	30. Aug. 1906	—	2,50	3,56	6,06	18,0
	30. „ 1906	—	2,50	3,56	6,06	21,1
	23. „ 1907	—	5,25	1,78	7,03	25,0
	23. „ 1907	—	5,75	2,55	8,30	27,0
Oberhalb Cassel . . .	8. Febr. 1906	—	3,20	2,03	5,23	14,0
	2. Mai 1906	—	6,50	2,94	9,44	13,5
	10. Juli 1906	—	5,35	1,89	7,24	16,5
	9. Okt. 1906	—	3,40	1,61	5,01	13,0
Mittelwerte			4,5	2,5	7,0	17,3
Mittelwert aus den Analysen Tjadens 1912—1918			—	—	6,3	—
Mittelwert aus den Analysen des Gesundheitsamts 1914			5	1,6	6,6	20,8

2. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Werrawassers, endlaugenfrei[2]).

Ort und der Entnahme der Wasserproben	Zeit	Wasserführung cbm/sek.	Ca-Härte D. H.°	Mg-Härte D. H.°	Ges.-Härte D. H.°	Cl mg/l
		Proben oberhalb der Saline Salzungen.				
Immelborn	5. Nov. 1909	—	6,6	1,3	7,9	21,3
	11. Aug. 1911	—	11,3	3,8	15,1	49,6
	11. „ 1911	—	12,1	3,9	16,0	63,8
	1. Nov. 1911	—	11,6	3,5	15,1	60,0
Salzungen	10. Nov. 1903	—	6,3	2,4	8,7	31,0
	5. „ 1909	—	7,2	2,2	9,4	24,6
Mittelwerte			9,2	2,8	12,0	41,7

[1]) Vogel, Die Abwässer aus der Kaliindustrie. Berlin, 1913, S. 490/91. — Wagner, Wesergutachten 1914, Tabelle 12.

[2]) Vogel, 1913, S. 492 f. — Wagner, Tabelle 13.

Ort und Zeit der Entnahme der Wasserproben		Wasserführung cbm/sek.	Ca-Härte D. H.°	Mg-Härte D. H.°	Ges.-Härte D. H.°	Cl mg/l
Proben unterhalb des Einflusses der Abwässer der Saline Salzungen, oberhalb des Einflusses der Abwässer der Gewerkschaft Kaiseroda.						
Oberhalb Tiefenort . .	11. Mai 1901	—	10,1	2,2	12,3	62,0
	15. Aug. 1902	—	11,6	3,1	14,7	129,0
	4. Nov. 1902	—	5,2	0,8	6,0	91,0
	5. „ 1902	—	5,0	0,8	5,8	98,0
	11. Aug. 1911	—	9,9	3,6	13,5	42,5
Mittelwerte			8,4	2,1	10,5	84,5
Proben auf der Strecke zwischen Dorndorf nnd Hedemünden (bei Witzenhausen). (Nicht mehr ganz endlaugenfrei.)						
Bei Heringen	31. Okt. 1903		12,9	4,8	17,7	47,0
	7. „ 1902	9—12 cbm/sek.	8,7	3,3	12,0	182,0
	1. „ 1903	9,5 „	8,4	3,4	11,8	135,0
„ Buchenau	16. April 1909	über Mittelwasser	5,5	1,2	6,7	92,0
	30. „ 1909	Mittelwasser	5,7	5,5	11,2	199,0
Mittelwerte			8,2	3,7	11,9	121,0
Mittelwerte bei Hannov.-Münden			11,2	2,9	14,1	73,0

3. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Werrawassers, endlaugenhaltig[1]).

Ort und Zeit der Entnahme der Wasserproben		Pegelstand m		Ca-Härte D. H.°		Mg-Härte D. H.°		Ges.-Härte D. H.°		Cl mg/l	
		n (bei Heimboldshausen)	h	n	h	n	h	n	h	n	h
Bei Creuzburg[1])	Juli—Dez. 1911	−0,57	−0,91	15,5	23,8	28,5	41,4	46,0	62,8	1598,0	2308,0
	Jan.—Apr. 1912	−0,25	+0,40	7,5	10,0	5,3	11,3	13,0	22,1	319,5	740,0
	Mai—Aug. 1912	−0,27	−0,38	9,0	20,5	6,9	18,2	15,9	32,7	675,0	1088,0
	Sept. 1912	+0,74		7,0		6,9		13,4		302,0	
	Okt. 1912	−0,18	+0,09	9,0	9,5	10,1	10,4	19,1	19,9	568,0	
		bei Hedemünden									
Bei Hannov.-Münden[1])	Juli—Dez. 1911	+0,07	+0,30	15,0	22,0	15,1	32,3	30,4	50,0	746,0	1740,0
	Jan.—Okt. 1912	+0,33	+1,24	6,5	15,5	3,2	18,9	9,7	34,4	213,0	1047,0
Bei Hannov.-Münden[2])	3.—17. Aug. 1913	+0,60		14,4		12,3		26,8		529,0	
	26. Sept. bis 6. Oktober 1913	+0,85		16,8		14,6		31,5		652,0	
	Oktober 1913	+0,32	+0,48	16,4		14,6		31,0		664,0	
Mittelwerte bei Hannov.-Münden .				15,4		15,1		30,5		743,6	

[1]) Vogel, 1913, S. 495 f.

[2]) Tjaden, Kaliindustrie, S. 103—107.

4. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Wassers der mittleren Weser, endlaugenfrei[1]).

Ort und	Zeit der Entnahme der Wasserproben	Pegelstand m	Ca-Härte D. H.°	Mg-Härte D. H.°	Ges.-Härte D. H.°	Cl mg/l
Bei Münden Mittel der Zusammensetzung aus Fuldawasser			5,0	1,6	6,6	20,8
und Werrawasser			11,2	2,9	14,1	73,0
			7,9	2,2	10,1	45,1
Bei Hameln	15. Juli 1901	— 0,62	11,9	3,9	15,8	62,0
	5. Okt. 1901	— 0,47	10,8	3,7	14,5	46,0
Bei Nienburg	2. Juli 1888	+ 0,42	14,1	3,6	17,7	53,0
	9. Aug. 1888	+ 1,48	7,2	2,2	9,4	32,0
	1. Sept. 1888	+ 0,26	15,8	3,1	18,9	53,0
	12. Dez. 1888	+ 0,92	11,4	3,1	14,5	37,0
	13. Febr. 1890	+ 1,12	9,8	1,8	11,6	31,0
Mittelwerte für die mittlere Weser			7,3	2,2	9,5	36,6
„ „ „ Weser bei Dörverden . . .			7,6	2,2	9,8	40,7

5. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Wassers der mittleren Weser, endlaugenhaltig.

Ort	und Zeit der Entnahme der Wasserproben	Pegelstand m n	Pegelstand m h	Ca-Härte D. H.° n	Ca-Härte D. H.° h	Mg-Härte D. H.° n	Mg-Härte D. H.° h	Ges.-Härte D. H.° n	Ges.-Härte D. H.° h	Cl mg/l n	Cl mg/l h
Bursfelde[2])	29. April bis 22. Juli 1914	Weserpegel + 2,28	+ 4,1	7,0	10,3	4,7	8,0	10,5	17,6	108,0	222,0
Carlshafen[2])	31. Januar bis 22. Juli 1914	Weserpegel + 2,28	+ 5,84	5,5	10,2	0,7	7,4	6,2	16,0	32,0	226,0
Bodenwerder[2 3])	31. Januar bis 22. Juli 1914	Weserpegel + 1,78	+ 5,24	5,7	11,1	0,7	7,0	6,4	16,8	26,0	213,0
	10. Juli 1911	—		12,5		9,4		21,9		391,0	
Hameln[3])[4])	12. u. 13. Febr. 1911	Unterpegel bei Hameln — 0,07	± 0	9,5	10,0	3,6	5,1	13,6	14,6	170,0	174,0
	5. Juli u. 5. Aug. 1911	— 0,95	— 0,74	9,9	12,7	9,1	10,5	19,7	21,7	391,0	454,0
	28. Aug. 1911	—		11,94		10,93		22,87		530,0	
	28. „ 1911	—		12,08		10,53		22,61		479,0	
	28. „ 1911	—		11,72		10,78		22,50		513,0	

[1]) Vogel, 1913, S. 496 u. 499; Wagner, Tabelle 28; Tjaden, Kaliindustrie, S. 102.
[2]) Kaiserliches Gesundheitsamt, vergl. die 25. Übersicht.
[3]) Vogel, 1913, S. 497, 499, 500. Vogel bezeichnet die Proben bei Dörverden als „Weserwasser bei Verden oberhalb der Allermündung" und gibt an, daß die Entnahmestelle rund 40 km unterhalb Nienburg liege.
[4]) Herrmann, Gutachten der Bremer Wollkämmerei in Blumenthal, S. 5.

Ort	und Zeit der Entnahme der Wasserproben	Pegelstand m		Ca-Härte D. H. °		Mg-Härte D. H. °		Ges.-Härte D. H. °		Cl mg/l	
		n	h	n	h	n	h	n	h	n	h
		Weserpegel									
Vlotho [2]	20. Januar bis 22. Juli 1914	+ 2,04	+ 5,50	6,2	13,1	1,9	6,5	8,1	19,3	25,0	190,0
		Weserpegel									
Minden [3]	31. Januar bis 22. Juli 1914	+ 2,28	+ 5,36	6,2	12,6	1,7	6,9	9,0	19,6	29,0	196,0
Nienburg [4]	14. Juni 1911	—		14,0		4,5		18,5		213,0	
	14. „ 1911	—		13,5		5,5		19,0		185,0	
Hoya [5]	Juli—Nov. 1915	—		7,0	14,0	3,0	14,0	12,0	25,0	120,0	290,0
	Dez. 1915 bis April 1916	—		4,0	11,0	2,0	8,0	6,0	18,0	30,0	180,0
	Mai—Juli 1916	—		6,0	11,0	2,0	9,0	10,0	18,0	60,0	180,0
	Aug.—Nov. 1916	—		6,0	11,0	3,0	9,0	9,0	19,0	60,0	250,0
	Dezember 1916	—		6,0	10,0	2,0	6,0	8,0	14,0	40,0	130,0
		bei Nienburg									
Dörverden [5] [6] [2]	8. Juli bis 15. Dez. 1911	+ 1,17	+ 1,83	8,5	17,0	6,3	10,1	15,4	25,3	249,0	426,0
	5. Januar bis 25. Okt. 1912	+ 1,54	+ 4,38	5,0	12,5	3,2	8,1	8,5	19,6	89,0	337,0
	15. Nov. 1912 bis 7. Febr. 1913	+ 2,94	+ 6,09	6,5	11,6	1,8	4,9	8,3	16,5	53,0	128,0
	28. Febr. bis 28. Nov. 1913	+ 1,76	+ 2,96	7,0	18,3	2,0	6,0	10,1	24,2	107,0	249,0
	19. Dez. 1913 bis 3. April 1914	+ 2,66	+ 5,63	4,5	12,0	1,7	4,8	7,0	16,8	53,0	160,0
	24. April bis 20. Nov. 1914	+ 1,96	+ 3,06	6,8	11,0	2,2	6,0	9,0	16,8	80,0	195,0
		bei Dörverden									
	Juli 1913	+ 0,20	+ 0,70	9,7	10,6	3,9	5,1	13,6	15,5	125,0	175,0
	Sept. 1913	— 0,3	± 0	9,5	12,0	5,3	6,7	15,8	18,6	200,0	260,0
	Okt. 1913	— 0,35	— 0,12	11,4		5,7		17,1		200,0	
		Weserpegel									
	31. Januar bis 22. Juli 1914	+ 2,53	+ 6,31	6,7	12,2	2,5	5,7	9,5	17,0	32,0	145,0
Hutbergen [4]	14. Juni 1911	—		14,0		4,5		18,5		213,0	
Mittelwerte für die Weser bei Hameln				11,4		9,3		20,6		423,3	
Nienburg				13,8		5,0		18,8		200,0	
Dörverden				10,3		5,0		15,3		182,6	

Anmerkung [2]) [3]) [4]) siehe vorstehende Seite.

[5]) Abwasser-Untersuchungsstelle in Hildesheim, vergl. die 24. Übersicht.

[6]) Vogel, 1915, S. 61; Tjaden, Die Kaliindustrie, S. 103—107.

6. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Schunterwassers, endlaugenfrei[1])[2]).

Ort der Entnahme der Wasserproben	und Zeit	Wasserführung cbm/sek.	Ca-Härte D. H.°	Mg-Härte D. H.°	Ges.-Härte D. H.°	Cl mg/l
Oberhalb des Zuflusses der Beienroder Endlaugen	Februar 1896	—	10,9	2,4	13,1	49,5
	27. Juni 1902	—	11,9	4,9	16,8	50,0
	nicht angegeben	—	16,8	5,2	22,0	33,0
	„ „	—	15,9	5,4	21,3	37,0
	„ „	—	16,5	5,3	21,8	42,0
	„ „	—	17,0	6,0	23,0	44,0
Oberhalb Süpplingenburg	1900	—	—	—	23,8	18,4
	1900	—	—	—	24,5	22,2
	1900	—	—	—	25,0	21,3
Oberhalb Beienrode	16. Juli 1901	0,52	19,0	5,0	24,0	53,0
	20. „ 1901	0,64	18,2	5,5	23,8	44,0
	2. Aug. 1901	1,15	17,1	5,8	23,0	48,0
	12. Nov. 1902	1,86	16,9	5,9	22,8	71,0
Mittelwerte			16,02	5,14	21,9	41,01

7. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Schunterwassers, endlaugenhaltig[3])[4]).

Ort der Entnahme der Wasserproben	und Zeit	Wasserführung cbm/sek.	Ca-Härte D. H.°	Mg-Härte D. H.°	Ges.-Härte D. H.°	Cl mg/l
			n h	n h	n h	n h
Unterhalb Beienrode	16. Juli 1901	0,52	23,3	286,5	309,8	4400
	16. Juli 1901	0,52	22,0	127,4	149,4	1908
	16. Juli 1901	0,52	21,0	88,7	109,7	1428
	16. Juli 1901	0,52	16,8	54,8	71,6	710
Unterhalb der Mündung der Mittelriede	15. Juli 1901	0,52	17,1	49,2	66,8	722
Unterhalb Beienrode	20. Juli 1901	0,64	18,5	340,9	359,4	5200
Bei Lehre	20. Juli 1901	0,64	21,4	91,1	112,5	1388
„ Querum . . .	20. Juli 1901	0,64	18,7	77,7	96,4	1132
„ Walle	20. Juli 1901	0,64	20,3	58,1	78,4	920
Unterhalb Beienrode	2. August 1901	1,15	15,5	98,7	114,2	1320
Bei Lehre	2. August 1901	1,15	17,3	57,6	74,9	840
„ Querum . . .	2. August 1901	1,15	17,8	36,8	54,6	580
„ Walle	2. August 1901	1,15	10,8	13,6	24,4	187
Bei Walle	Nov.—Dez. 1914	—	13,0 21,0	8,0 21,0	21,0 42,0	60 470
	Jan.—Mai 1915	—	7,0 22,0	3,0 21,0	11,0 36,0	40 260
	Juni—Nov. 1915	—	12,0 22,0	7,0 38,0	21,0 54,0	130 570
	Dez. 1915—April 1916	—	6,0 20,0	3,0 18,0	10,0 28,0	50 380
	Mai—Aug. 1916	—	9,0 20,0	4,0 21,0	13,0 36,0	120 400
	Sept.—Nov. 1916	—	12,0 20,0	4,0 28,0	16,0 42,0	80 490
	Dezember 1916	—	12,0 20,0	4,0 18,0	16,0 34,0	60 250
Mittelwerte für die Schunter bei Walle (1914—1916)			15,4	14,1	27,0	240

[1]) Vogel, 1913, S. 510. — [2]) Schunter-, Oker-, Aller-Gutachten a. a. O. Bd. 25, S. 31, 32 u. 35. — [3]) Schunter-, Oker-, Aller-Gutachten S. 31 ff. — [4]) Abwässer-Untersuchungsstelle in Hildesheim; vergl. Übersicht 24.

8. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Okerwassers, endlaugenfrei[1])[2]).

Ort der Entnahme der Wasserproben	und Zeit	Pegelstand m Wasserführung cbm/sek.	Ca-Härte D. H.°	Mg-Härte D. H.°	Ges.-Härte D. H.°	Cl mg/l
Oberhalb Braunschweig .	Juni 1887	—	8,1	0,8	8,9	37,0
Unterhalb Braunschweig	Juni 1887	—	8,0	1,0	9,0	36,0
Unterhalb Ölper . . .	Juni 1887	—	8,7	1,0	9,5	30,0
	Juni 1887	—	12,3	3,0	15,0	41,5
Unterhalb Schuntermündung bei Groß-Schwülper	nicht angegeben		8,7	4,4	13,1	140,5
			8,2	2,9	11,1	52,8
			8,5	2,7	11,2	49,7
			10,2	2,6	12,8	67,4
Mittelwerte			9,0	2,3	11,3	53,1

9. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Okerwassers, endlaugenhaltig.

Ort der Entnahme der Wasserproben	und Zeit	Pegelstand m Wasserführung cbm/sek.		Ca-Härte D. H.°		Mg-Härte D. H.°		Ges.-Härte D. H.°		Cl mg/l	
		n	h	n	h	n	h	n	h	n	h
Oberhalb Braunschweig . . .	20. Juni 1904	4,9		7,7		3,3		11,0		55,5	
Veltenhof . . .	20. „ 1904	4,5		10,8		12,4		23,2		197,0	
Rothenmühle . .	20. „ 1904	—		11,2		11,3		22,5		184,0	
Groß-Schwülper .	20. „ 1904	7,5		12,1		22,0		34,1		352,0	
Hillersee	20. „ 1904	8,4		11,9		23,5		35,5		372,5	
Seershausen . .	20. „ 1904	9,5		11,8		16,2		28,0		256,0	
		Pegel bei Groß-Schwülper m									
Müden	21. Dez. 1910 bis 2. Jan. 1911	+1,02	+1,82	7,3	11,3	7,0	17,5	14,3	27,3	124	337
	5. bis 20. Jan. 1911	+0,86	+1,18	11,0	14,0	12,2	25,5	23,2	39,5	231	497
	13. Mai 1911	+0,36		11,2	13,2	20,7	26,0	31,9	39,2	355	444
	14. „ 1911	+0,39		13,4	15,4	28,9	33,4	42,3	48,8	524	595
	15. „ 1911	+0,56		14,0	15,8	30,7	39,4	44,7	55,0	559	683
	16. „ 1911	+0,69		15,0	15,6	29,4	41,6	44,8	57,2	568	728
	17. „ 1911	+0,70		13,3	14,2	34,5	45,7	47,8	59,9	612	825
Mittelwerte für die Oker bei Müden (1910/1911)				13,2		28,0		41,2		506	

[1]) Schunter-, Oker-, Aller-Gutachten, S. 39.

[2]) Vogel, 1913, S. 510.

Ort der Entnahme	und Zeit der Wasserproben	Pegelstand m Wasserführung cbm/sek.		Ca-Härte D. H. °		Mg-Härte D. H. °		Ges.-Härte D. H. °		Cl mg/l	
		n	h	n	h	n	h	n	h	n	h
Meinersen . . .	Jan.—April 1914	—		7,0	15,0	3,0	23,0	12,0	36,0	70	350
	Mai—Juli 1914	—		8,0	20,0	7,0	30,0	15,0	43,0	100	560
	November 1914 bis April 1915	—		8,0	17,0	3,0	25,0	12,0	39,0	40	420
	Mai—Juli 1915	—		9,0	18,0	6,0	25,0	15,0	42,0	70	390
	August 1915	—		12,0	18,0	9,0	28,0	24,0	44,0	180	630
	Sept.—Dez. 1915	—		6,0	20,0	3,0	27,0	11,0	39,0	130	450
	Jan.—April 1916	—		7,0	13,0	2,0	15,0	12,0	25,0	55	190
	Mai—Juli 1916	—		8,0	15,0	6,0	22,0	17,0	34,0	150	380
	Aug.—Sept. 1916	—		10,0	14,0	5,0	27,0	17,0	38,0	150	440
	Okt.—Nov. 1916	—		8,0	16,0	5,0	31,0	15,0	45,0	100	540
	Dezember 1916	—		6,0	16,0	4,0	16,0	11,0	30,0	60	280
Wolfenbüttel . .	31. Jan.—30. März 1914	+0,02	+0,69	6,2	10,9	3,2	7,3	9,4	18,2	24	62
	17. April—22. Mai 1914	+0,05	+0,17	8,3	10,1	5,9	8,3	14,2	18,7	64	146
	9. Juni—22. Juli 1914	±0	+0,22	7,4	10,6	2,0	4,4	9,4	15,0	29	69
Mittelwerte für die Oker bei Meinersen (1914/1916)				12,3		14,6		26,2		261	

10. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Innerstewassers, endlaugenfrei[1]).

Ort der Entnahme	und Zeit der Wasserproben	Pegelstand m Wasserführung cbm/sek.	Ca-Härte D. H. °	Mg-Härte D. H. °	Ges.-Härte D. H. °	Cl mg/l
Langelsheim . . .	5. Nov. 1885	—	3,05	1,06	4,11	17,0
	30. Mai 1891	—	3,77	1,22	4,99	74,0
	13. April 1893	—	2,00	3,10	5,10	19,5
		Mittelwerte . .	2,9	1,8	4,7	36,8
Zwischen dem Kahnstein und Othfresen	30. Mai 1891	—	4,98	1,46	6,44	66,0
Oberhalb Baddekenstedt	30. Mai 1891	—	7,59	3,11	10,70	78,0
		Mittelwerte . .	6,3	2,3	8,6	72,0

[1]) Vogel, 1913, S. 513; Ohlmüller, Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Bd. 18, S. 169.

11. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Innerstewassers, endlaugenhaltig[1]).

Ort der Entnahme	und Zeit der Wasserproben	Wasserführung cbm/sek.	Ca-Härte D. H. ° n	Ca-Härte D. H. ° h	Mg-Härte D. H. ° n	Mg-Härte D. H. ° h	Ges.-Härte D. H. ° n	Ges.-Härte D. H. ° h	Cl mg/l n	Cl mg/l h
Bei Sarstedt an der Mündung der Innerste in die Leine	Jan.—April 1914	—	6,0	15,0	1,0	14,0	12,0	29,0	50	280
	Mai—Okt. 1914	—	7,0	18,0	4,0	16,0	12,0	31,0	110	370
	Nov. 1914 bis April 1915	—	9,0	19,0	2,0	13,0	11,0	27,0	50	240
	Mai—Okt. 1915	—	12,0	20,0	6,0	23,0	20,0	34,0	160	430
	Nov. 1915 bis April 1916	—	6,0	17,0	2,0	19,0	8,0	32,0	50	450
	Mai—Dez. 1916	—	6,0	16,0	2,0	21,0	8,0	34,0	70	400
		Mittelwerte	12,6		10,3		21,5		222	
Bei Lautental . .	11.—16. August 1916[2])	—	—		—		5,2		8	
„ Langelsheim .		—	—		—		5,6		10	
„ Ringelheim .		1,2—1,3	—		—		11,0		136	
„ Grasdorf . .		—	—		—		20,5		210	
„ Heinde . . .		3,8—4,3	—		—		24,6		216	
Oberhalb Hildesheim		—	—		—		23,6		256	
Bei Ahrbergen . .		—	—		—		29,2		320	
An der Mündung .		—	—		—		30,8		376	

Übersicht 11a. Innerste bei Heinde.

Wasserführung, Durchschnittswerte für die natürliche Härte und den natürlichen Chlorgehalt, Grenzwerte für den Zuwachs und den Gesamtgehalt an Härte und Chlor[3]).

Wasserführung der Innerste bei Heinde		Durchschnittswerte		Grenzwerte		Grenzwerte	
cbm/sek.	Anzahl der Tage	für die natürliche Gesamthärte D. H. °	für den natürlichen Chlorgehalt mg/l	für den Härtezuwachs D. H. °	für den Chlorzuwachs mg/l	für die Gesamthärte D. H. °	für den Gesamt-Chlorgehalt mg/l
19,0	30	8,8	33	11	220	19,8	253
15,5	30	9,5	34	12	240	21,5	274
11,5	30	10,7	42	13	260	23,7	302
9,0	30	12,2	53	13	260	25,2	313
7,3	30	13,7	65	13	260	26,7	325
6,2	30	15,0	75	13	260	28,0	335
5,0	60	16,9	89	13	260	29,9	349
3,6	60	19,7	108	10,3	206	30,0	314
2,3	65	23,5	128	6,5	130	30,0	258

[1]) Abwasser-Untersuchungsstelle in Hildesheim, vergl. Übersicht 24.

[2]) Landesanstalt für Wasserhygiene, Leinegutachten 1917, a. a. O. Heft 23, S. 75.

[3]) Ebenda, Heft 23, S. 253 f.

12. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Leinewassers, endlaugenfrei[1]).

Ort der Entnahme der Wasserproben	und Zeit	Pegelstand m Wasserführung cbm/sek.	Ca-Härte D. H.°	Mg-Härte D. H.°	Ges.-Härte D. H.°	Cl mg/l
Oberhalb Innerstemündung						
Oberhalb Göttingen .	27. Sept. 1895	—	16,3	5,7	22,0	22
„ „	29. Aug. 1901	4,5 cbm/sek.	18,6	6,0	24,6	21,9
„ Northeim .	25. Sept. 1901	2,8 „	16,7	5,3	22,0	16,2
Freden	August 1897	—	15,2	4,4	19,6	107
„	„ 1897	—	15,7	4,4	20,1	98
„	„ 1897	—	15,3	4,2	19,5	103
Kreiensen	18. Sept. 1901	—	12,5	3,3	15,8	51
„	2. Okt. 1901	—	15,2	4,3	19,5	82
Freden	16. „ 1901	—	11,4	3,1	14,5	45
		Pegel bei Basse				
Oberhalb Hannover .	24. Aug. 1872	— 0,36 m	14,1	5,6	19,7	89,8
	30. Sept. 1872	—	15,0	4,0	19,0	100,1
	23. „ 1874	— 0,8 „	—	—	21,1	105,1
	23. Okt. 1874	— 0,78 „	—	—	20,9	109,3
	14. Jan. 1888	+ 1,2 „	14,0	3,0	17,0	75
	25. Mai 1888	+ 0,08 „	13,1	4,2	17,3	68
	14. Juni 1888	—	13,9	6,0	19,9	75
	19. Juli 1888	+ 0,38 „	11,4	4,5	15,9	53
	1. Okt. 1888	— 0,5 „	15,6	4,3	19,9	98
	2. Juli 1889	—	15,3	4,2	19,5	103
	11. Mai 1889	—	11,8	1,4	13,2	78
	14. April 1890	—	8,6	1,0	9,6	56
	7. Nov. 1891	—	15,7	4,4	20,1	98
	11. Sept. 1892	—	16,3	4,6	20,9	115
Oberhalb Hannover Mittelwerte			14,4	4,2	18,7	77
Mittelwerte für die Leine bei Bothmer . . .			11,8	3,4	15,2	63

13. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Leinewassers, endlaugenhaltig[2]).

Ort der Entnahme der Wasserproben	und Zeit	Pegelstand m Wasserführung cbm/sek.	Ca-Härte D. H.°		Mg-Härte D. H.°		Ges.-Härte D. H.°		Cl mg/l	
			n	h	n	h	n	h	n	h
Bei Coldingen gegenüber Rethen	Jan.—Mai 1914	—	5,0	17,0	3,0	14,0	12,0	29,0	45	210
	Juni—Juli 1914	—	7,0	16,0	4,0	14,0	13,0	28,0	70	330
	Aug. 1914—Febr. 1915	—	7,0	20,0	2,0	12,0	11,0	27,0	40	200
	März—April 1915	—	8,0	17,0	2,0	10,0	10,0	22,0	30	160
	Mai—Dez. 1915	—	7,0	21,0	3,0	17,0	11,0	33,0	50	290
	Jan.—April 1916	—	6,0	14,0	2,0	8,0	7,0	21,0	30	130
	Mai—Dez. 1916	—	6,0	15,0	2,0	15,0	10,0	27,0	40	250

[1]) Vogel, 1913, S. 513, 515; vergl. auch Vogel, 1914, S. 114; Beckurts, Gutachten, betr. die Gewerkschaft Hermann II, 1913, S. 3: Landesanstalt für Wasserhygiene, Leinegutachten 1917, a. a. O., Heft 23, S. 96 f. — [2]) Beckurts a. a. O. S. 3 f.; Vogel 1913, S. 519; 1914, S. 117 f.; Abwasser-Untersuchungsstelle in Hildesheim, vergl. Übersicht 24; Kaiserliches Gesundheitsamt, vergl. Übersicht 25.

Ort der Entnahme	und Zeit der Wasserproben	Pegelstand m Wasser-führung cbm/sek.	Ca-Härte D. H.°	Mg-Härte D. H.°	Ges.-Härte D. H.°	Cl mg/l
		n cbm sek. h	n h	n h	n h	n h
Oberhalb des „Schnellen Grabens“	4. Jan.—7. Mai 1900	mehr als 36	10,8 14,7	2,6 4,0	13,0 18,7	46 92
	11. Mai 1900	33	16,4	3,8	20,2	96
	6. Juni—16. Juli 1900	mehr als 36	10,5 15,6	3,0 5,3	14,5 20,9	53 107
	1. Aug.—1. Okt. 1900	26—35	13,0 18,5	2,5 4,7	16,5 21,0	99 128
	15. Okt. 1900 bis 17. Juni 1901	mehr als 36	6,5 21,6	2,2 8,5	11,6 30,2	28 107
	17. Juli—3. Sept. 1901	26—28	15,6 20,4	2,9 7,4	19,5 27,8	78 156
Grasdorf oberhalb Hannover	7. Juli—8. Sept. 1908	—	12,2 16,0	5,7 8,5	17,9 24,5	110 170
Bellavista unterhalb Hannover	28. Juli—8. Sept. 1908	—	12,6 17,0	6,0 7,2	18,6 24,3	110 135
		m Pegel bei Basse				
Bei der Bellavista-Brücke in Hannover	14. Juli—22. Dez. 1911	—0,97 —0,66	17,0 20,8	11,6 24,7	31,5 44,6	266 621
	12. Januar 1912	— 0,35	10,0	6,3	16,3	178
	2. Febr. 1912	— 0,46	15,5	13,9	29,4	284
	23. „ 1912	+ 0,16	12,0	9,8	21,8	249
	15. März—9. Aug. 1912	—0,63 —0,02	10,5 16,0	7,8 14,8	18,3 29,9	142 284
	30. August 1912	+ 2,12	7,8	3,8	11,6	89
	20. Sept. 1912	+ 0,86	10,5	6,3	16,8	142
	11. Oktober 1912	— 0,33	15,0	14,8	29,8	284
	1. Nov. 1912 bis 30. Mai 1913	±0 +1,95	10,0 18,2	3,2 8,4	13,8 26,6	71 355
	20. Juni—1. Aug. 1913	—0,41 —0,22	15,0 16,0	10,1 17,4	25,6 33,4	195 320
	22. August 1913	+ 0,39	10,5	5,9	16,4	142
	12. Sept.—24. Okt. 1913	—0,68 —0,49	12,0 16,0	9,7 12,6	22,1 28,6	195 266
Mittelwerte für die Leine bei Hannover . .			14,0	9,6	23,0	213,4
		m Pegel bei Bothmer				
An der Mündung bei Bothmer	15.—20. Mai 1911	±0 +0,16	13,8 16,0	8,0 11,2	22,2 27,8	155 231
Daselbst	21. Januar bis 7. Februar 1914	+0,6 +0,74	14,0 14,7	7,0 8,4	21,0 23,2	128 143
	18. Februar bis 17. April 1914	+1,23 +2,70	9,2 13,4	2,9 5,4	12,0 17,4	42 118
	22. Mai—22. Juli 1914	+0,07 +0,58	12,2 15,3	5,1 8,6	17,3 24,3	101 179
Mittelwerte für die Leine bei Bothmer[1]) . .			14,3	8,1	22,6	156

[1]) Bei Berechnung des Mittelwerts blieben die bei Hochwasser (Februar—April 1914) ermittelten Zahlen unberücksichtigt.

Ort und Zeit der Entnahme der Wasserproben		Pegelstand m Wasserführung cbm/sek.	Ca-Härte D. H.°	Mg-Härte D. H.°	Ges.-Härte D. H.°	Cl mg/l
Leinequelle am Schöckengrund .	29. Juli bis 7. August 1915 [1]	—	—	—	2,5	10
Leinequelle am Lippsgrund . .		—	—	—	2,8	14
1. sog. Leinequelle bei Leinefelde .		—	—	—	18,8	22
2. sog. Leinequelle bei Leinefelde .		—	—	—	17,6	28
Heiligenstadt . .		—	—	—	16,8	14
Uder		—	—	—	20,2	16
Rosdorf		—	—	—	22,7	24
Göttingen . . .		—	—	—	23,5	20
Nörten		—	—	—	24,1	36
Northeim . . .		—	—	—	27,2	112
Vogelbeck . . .		—	—	—	21,3	92
Kreiensen . . .		cbm/sek. 10,8—12,3	—	—	24,1	136
Elze		—	—	—	28,3	226
Ruthe		—	—	—	31,4	224
Wulfel		cbm/sek. 16—19	—	—	28,0	286

Übersicht 13a. Leine an der Mündung.

Wasserführung, Durchschnittswerte für die natürliche Härte und den natürlichen Chlorgehalt, Grenzwerte für den Zuwachs und Gesamtgehalt an Härte und Chlor [2].

Wasserführung der Leine an der Mündung		Durchschnittswerte		Grenzwerte		Grenzwerte	
cbm/sek.	Anzahl der Tage	für die natürliche Gesamthärte D. H.°	für den natürlichen Chlorgehalt mg/l	für den Härtezuwachs D. H.°	für den Chlorzuwachs mg/l	für die Gesamthärte D. H.°	für den Gesamt-Chlorgehalt mg/l
133,0	30	8,8	33	6	120	14,8	153
107,0	30	9,5	34	7	140	16,5	174
76,6	30	10,7	42	8	160	18,7	202
59,1	30	12,2	53	8	160	20,2	213
48,1	30	13,7	65	8	160	21,7	225
40,9	30	15,0	75	8	160	23	235
32,5	60	16,9	89	8	160	24,9	249
24,0	60	19,7	108	8	160	27,7	268
16,6	65	23,5	128	6,5	130	30,0	258

[1] Landesanstalt für Wasserhygiene, Leinegutachten, 1917, a. a. O. Heft 28, S. 72 f.

[2] Ebenda, S. 253 f.

Übersicht 13b.

Wasserführung und natürlicher Salzgehalt der Leine

Bei einer Wasserführung von cbm/sek.	beträgt in der Leine die natürliche Härte D. H.°	der natürliche Chlorgehalt mg/l
weniger als 12,5	28	130
12,6—15,0	24 —22	130—120
15,1—18,5	22 —20	120—110
18,6—22,6	20 —18,5	110—100
22,7—26,0	18,5—17	100— 90
26,1—40	17 —13	90— 60
40,1—50	13 —12	60— 50
150—930	8 — 4	30— 20

14. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Allerwassers, endlaugenfrei[1]).

Ort der Entnahme der Wasserproben	Zeit der Entnahme der Wasserproben	Pegelstand m Wasserführung cbm/sek.		Ca-Härte D. H.°		Mg-Härte D. H.°		Ges.-Härte D. H.°		Cl mg/l	
		n	h	n	h	n	h	n	h	n	h
Oberhalb Groß-Bartensleben	16. August 1903 bis 26. Sept. 1905	—		20,5	34,0	5,9	10,1 (einmal 3,2)	26,4	43,6	36	78
Groß-Bartensleben	14. u. 16. Aug. 1903	—		24,4	25,1	6,2	6,7	31,1	31,3	50	66
Weferlingen	14. u. 16. Aug. 1903	--		27,5	28,9	9,6	10,9	37,1	39,8	149	221
Bei Brenneckenbrück oberhalb Mündung des Allerkanals	25. Juli bis 22. Aug. 1904	m +0,28	+0,52	3,5	6,0	1,1	3,0 (einmal 4,8)	4,5	7,6 (einmal 10,8)	71	142 (einmal 213)
Zwischen Brenneckenbrück und Müden	28. Febr. bis 27. Aug. 1903	m Pegel in Brenneckenbrück +0,52	+1,24	5,0	6,8	1,3	2,6	6,3	9,2	57	75
Oberhalb Okermündung	26. Aug. 1901	—		5,9		1,8		7,7		75	
Zwischen Oker- und Leinemündung oberhalb Celle	7. Okt. 1886	—		8,0		2,2		10,2		40	
	2. Dez. 1886	—		7,9		2,1		10,0		38	
	9. Juni 1887	—		7,8		2,3		10,1		40	
	20. „ 1887	—		7,9		2,0		9,9		47	
	4. Okt. 1887	—		9,0		2,0		11,0		39	
Mittelwerte für die obere Aller bei Celle . .				8,1		2,1		10,2		40,8	
Aller an d. Mündung	—	—		8,7		2,4		11,1		45,3	

[1]) Vogel, 1913, S. 500—517; Schunter-, Oker-, Aller-Gutachten, a. a. O. Bd. 25, S. 52 (hier sind die Gesamthärten durchgehends um etwa 2° niedriger angegeben); die richtigen Werte finden sich bei Vogel, 1913, S. 511.

15. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Allerwassers, endlaugenhaltig[1]).

Ort der Entnahme	und Zeit der Wasserproben	Pegelstand m Wasserführung cbm/sek.		Ca-Härte D. H.°		Mg-Härte D. H.°		Ges.-Härte D. H.°		Cl mg/l	
		n	h	n	h	n	h	n	h	n	h
Bei Müden oberhalb Okermündung	13.—17. Mai 1911	+0,38 bis	+0,40	6,8	12,0	6,4	36,3	13,5	48,3	151	710
	Mittelwerte			9,4		21,4		30,9		430,5	
Unterhalb Müden nach Einfluß der Kaliabwässer	6. Mai bis 12. Juli 1902	—		6,7	8,4	3,1	3,5	10,1	11,9	68	78
	12. August bis 9. September 1902	—		7,8	8,1	5,9	6,7	13,7	14,8	107	117
	16. Oktober 1902 bis 24. Januar 1903	—		9,2	10,9	8,9	11,1	18,4	22,0	160	202
	20. Februar bis 8. Mai 1903	—		6,2	7,6	2,9	4,1	9,1	11,5	57	84
	17. Juni bis 7. Juli 1903	—		7,4	8,1	4,8	7,4	12,9	14,8	118	149
	19. August bis 10. Dezember 1903	—		5,2	8,1	3,9	7,0	10,0	14,4	69	89
	Mittelwerte			7,8		5,8		13,6		108	
In Celle	22. Dezember 1910 bis 24. Jan. 1911	+0,72	+1,36	6,5	10,5	4,5	11,9	12,3	22,4	107	249
	15.—19. Mai 1911	+0,10	+0,20	8,0	9,8	9,0	13,4	17,0	23,1	231	320
	Mittelwerte			8,7		9,7		18,7		227	
Bei Ahlden	31. Januar bis 18. Februar 1914	+1,45	+1,45	6,4	7,3	5,3	9,3	11,8	16,0	127	169
	27. Februar bis 17. April 1914	+2,26	+3,00	5,7	7,5	4,5	6,7	10,4	12,9	67	119
	29. April bis 30. Juni 1914	+0,77	+1,31	6,7	9,0	5,5	9,1	12,3	18,1	160	213
	9.—22. Juli 1914	+1,22	+1,99	6,8	8,6	5,4	7,0	12,2	15,6	164	176
Bei Verden	8. Juli—15. Dez. 1911	+0,94	+1,23	8,5	12,5	6,0	12,2	15,0	22,3	213	320
	5. Jan.—25. Okt. 1912	+1,47	+3,55	6,5	11,5	4,6	10,4	11,5	21,9	124	266
	15. Nov. 1912 bis 20. Nov. 1914	+1,57	+5,17	7,4	14,0	2,8	11,3	10,2	22,5	53	266
Bei Verden	1913	niedrige und mittlere Wasserführung		11,2		11,3		22		200	250
Bei Verden	31. Januar bis 18. Februar 1914	+2,4 m	+2,72	8,9	10,7	6,4	7,6	15,4	17,9	120	148
	27. Februar bis 17. April 1914	+3,30	+5,11	7,1	10,5	1,5	6,4	10,4	14,3	49	95
	29. April bis 29. Juli 1914	+1,82	+2,70	9,5	12,1	5,4	8,7	16,4	20,8	129	191

[1]) Vogel, 1913, S. 500—508, 510 f., 516—520; Vogel, 1915, S. 62; Schunter-, Oker-, Aller-Gutachten, S. 55; Kaiserliches Gesundheitsamt; vergl. Übersicht 25; Tjaden, Kaliindustrie, S. 111; Abwasser-Untersuchungsstelle in Hildesheim: vergl. Übersicht 24.

Ort der Entnahme	und Zeit der Wasserproben	Pegelstand m Wasserführung cbm/sek.	Ca-Härte D. H.°		Mg-Härte D. H.°		Ges.-Härte D. H.°		Cl mg/l	
			n	h	n	h	n	h	n	h
Bei Verden	Januar—April 1914	—	6,0	12,0	2,0	11,0	8,0	21,0	40	170
	Mai—Sept. 1914	—	6,0	13,0	4,0	13,0	13,0	24,0	50	230
	Okt. 1914 bis Mai 1915	—	6,0	15,0	2,0	10,0	10,0	23,0	40	160
	Juni—Nov. 1915	—	9,0	20,0	2,0	12,0	15,0	28,0	90	230
	Dezember 1915 bis April 1916	—	6,0	11,0	2,0	10,0	8,0	20,0	50	180
	Mai—Sept. 1916	—	6,0	15,0	4,0	10,0	11,0	22,0	100	180
	6. Oktober 1916	—	8,0	10,0	6,0	9,0	14,0	19,0	120	260
	Nov.—Dez. 1916	—	8,0	10,0	4,0	11,0	12,0	20,0	60	190
Mittelwerte für die Aller bei Verden . . .			10,1		7,3		17,0		153	

16. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Weserwassers bei Bremen, endlaugenfrei.

Ort der Entnahme (W = rohes Weserwasser, L = Leitungswasser)		und Zeit der Wasserproben		Pegelstand m		CaO mg/l	MgO mg/l	Ca-Härte D. H.° [1]	Mg-Härte D. H.° [2]	Ges.-Härte D. H.°	Cl mg/l
Oberhalb Bremen	L	Januar	1882	—		71,1	14,5	7,11	2,01	9,12	32,4
	W	Mai	1883	— 0,19		71,2	16,6	7,12	2,30	9,42	45,4
	L	Juni	1883	— 0,35		82,2	17,2	8,22	2,39	10,61	54,6
	W	Juli	1883	— 0,62		93,1	20,0	9,31	2,78	12,09	65,6
	W	August	1883	—		76,1	16,6	7,61	2,30	9,91	34,9
	W	Sept.	1883	—		95,7	20,2	9,57	2,80	12,37	60,3
	W	Okt.	1883	— 0,65		95,7	19,4	9,57	2,69	12,26	51,7
	W	Nov.	1883	+ 0,81		70,1	14,8	7,01	2,06	9,07	33,3
	W	Dez.	1883	+ 0,81		62,2	12,3	6,22	1,71	7,93	26,2
	W	Januar	1884	+ 1,53		62,5	11,6	6,25	1,61	7,86	21,8
	W	Febr.	1884	+ 1,21		79,1	14,6	7,91	2,03	9,94	30,5
	W	März	1884	+ 0,75		76,0	15,5	7,60	2,15	9,75	33,8
	W	April	1884	— 0,17		88,5	18,2	8,85	2,53	11,38	44,2
	W	Juli	1884	— 0,16		88,8	18,3	8,88	2,54	11,42	56,8
	W	Sept.	1884	— 0,60		89,2	16,3	8,92	2,26	11,18	46,1
In Bremen	W	10. Dez.	1884	+ 2,79		52,7	6,5	5,27	0,90	6,17	14,2
	W	16. „	1884	+ 3,56		50,8	6,7	5,08	0,93	6,01	14,2
	W	29. März	1886	+ 4,10		33,6	6,9	3,36	0,96	4,32	17,3
Oberhalb Bremen	W	Okt.	1891	—	r	95,5	22,1	9,95	3,07	12,62	63,9
					m	100,0	22,1	10,00	3,07	13,07	63,9
					l	101,4	22,1	10,14	3,07	13,21	63,9
In Bremen	W	Okt.	1891	—	r	104,3	21,9	10,43	3,04	13,47	67,4
					l	105,7	20,6	10,57	2,86	13,43	63,9
Unterhalb Bremen	W	Okt.	1891	—	r	106,4	22,1	10,64	3,07	13,71	67,4
					m	98,6	17,1	9,86	2,38	12,24	63,9
					l	88,5	19,0	8,85	2,64	11,49	63,9
Unterhalb Bremen	W	Okt.	1891	—	r	107,5	11,9	10,75	1,65	12,40	63,9
					m	104,3	12,1	10,43	1,68	12,11	63,9
					l	86,4	16,4	8,64	2,28	10,92	63,9

[1] 1 D. H.° = 10 mg CaO = 7,15 mg Ca; At.-Gew. Ca = 40,07.

[2] 1 D. H.° = 7,2 mg MgO = 4,34 mg Mg; At.-Gew. Mg = 24,32.

17. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Weserwassers bei Bremen, endlaugenhaltig. 1904.

Ort und Zeit der Entnahme der Wasserproben		Wasserführung cbm/sek.	Ca-Härte D. H.°	Mg-Härte D. H.°	Ges.-Härte D. H.°	Cl mg/l
Bei Bremen	7. Sept. 1904	83	11,1	4,6	15,7	121
	14. August 1904	83	10,5	3,9	14,4	114
	16. „ 1904	90	10,8	3,7	14,5	108
	29. Nov. 1904	180	8,7	3,7	12,4	72
	19. Mai 1904	210	8,0	3,2	11,2	73
	27. April 1904	290	8,5	3,0	11,5	57
	14. März 1904	570	8,5	2,5	11,0	46
	Mittelwerte		9,4	3,5	12,9	84,5

18. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Weserwassers bei Bremen, endlaugenhaltig. 1911.

Ort und Zeit der Entnahme der Wasserproben		Wasserführung cbm/sek.	Ca-Härte D. H.°	Mg-Härte D. H.°	Ges.-Härte D. H.°	Cl mg/l
Bei Bremen	12. Sept. 1911	78	11,0	8,3	19,3	294
	18. August 1911	81,5	9,9	8,0	17,9	264
	10. „ 1911	84	10,6	7,8	18,4	290
	24. Juli 1911	88	10,8	7,4	18,2	239
	16. Nov. 1911	88	11,6	7,1	18,7	238
	14. Juli 1911	97	9,8	7,6	17,4	269
	11. „ 1911	104	9,5	7,1	16,6	244
	5. „ 1911	118	10,8	7,1	17,9	238
	7. Juni 1911	137	9,2	6,5	15,7	209
	23. Mai 1911	175	9,9	5,5	15,4	198
	26. Dez. 1911	180	10,1	5,5	15,6	201
	1. Mai 1911	193	10,1	4,6	14,7	172
	19. April 1911	220	9,2	5,3	14,5	148
	11. „ 1911	276	7,4	4,8	12,2	134
	6. Febr. 1911	340	8,0	4,6	12,6	79
	4. April 1911	345	9,0	2,8	11,8	123
	27. März 1911	395	9,5	2,8	12,3	117
	3. Januar 1911	475	6,6	3,7	10,3	63
	Mittelwerte		9,6	5,9	15,5	195,5

19. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Weserwassers bei Bremen, endlaugenhaltig. 1913.

Ort der Entnahme	und Zeit der Wasserproben	Wasserführung cbm/sek.	Ca-Härte D. H. °	Mg-Härte D. H. °	Ges.-Härte D. H. °	Cl mg/l
Bei Bremen	17. Sept. 1913	120	11,5	7,6	19,1	231
	19. „ 1913	120	11,9	8,1	20,0	245
	3. Nov. 1913	130	11,0	6,9	17,9	192
	5. „ 1913	130	11,2	7,6	18,8	214
	17. Okt. 1913	130	11,3	8,4	19,7	234
	2. Juni 1913	200	10,5	5,9	16,4	156
	4. Juli 1913	200	10,2	6,1	16,3	165
	28. „ 1913	220	9,2	5,1	14,3	130
	29. Nov. 1913	220	10,5	7,1	17,6	189
	28. „ 1913	220	7,4	4,0	11,4	91
	1. Dez. 1913	235	8,7	4,6	13,3	107
	18. April 1913	260	9,9	4,9	14,8	127
		Mittelwerte	10,3	6,3	16,6	173

20. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt des Weserwassers bei Bremen, endlaugenhaltig. 1910/11.

Ort der Entnahme	und Zeit der Wasserproben	Wasserführung cbm/sek.	Ca-Härte D. H. °	Mg-Härte D. H. °	Ges.-Härte D. H. °	Cl mg/l
Bei Bremen	1. Sept. 1910	210	10,0	5,2	15,2	135
	1. Okt. 1910	205	9,2	5,1	14,3	116
	1. Dez. 1910	220	8,9	4,4	13,3	102
	1. Mai 1911	205	10,4	4,9	15,3	134
		Mittelwerte	9,6	4,9	14,5	122

21. Übersicht[1].

Härte und Chlorgehalt des Weserwassers bei Bremen, endlaugenhaltig. 1915/16.

Monat		Zahl der Proben, enthaltend Gesamthärte D. H. °						Zahl der Proben, enthaltend Chlor mg/l							
		5 bis 7,5	7,5 bis 10	10 bis 12,5	12,5 bis 15	15 bis 17,5	17,5 bis 20	25 bis 50	50 bis 75	75 bis 100	100 bis 125	125 bis 150	150 bis 175	175 bis 200	über 200
Juli	1915	—	—	—	—	31	—	—	—	—	—	2	13	14	2
August	1915	—	—	—	—	31	—	—	—	—	—	3	15	11	2
September	1915	—	—	—	—	21	9	—	—	—	—	4	18	8	—
Oktober	1915	—	—	—	2	28	1	—	—	—	—	3	16	12	—
November	1915	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	6	15	9	—
Dezember	1915	—	10	11	6	4	—	5	12	4	5	3	2	—	—
Januar	1916	—	29	2	—	—	—	26	5	—	—	—	—	—	—
Februar	1916	1	6	11	11	—	—	8	9	12	—	—	—	—	—
März	1916	—	—	22	9	—	—	—	17	14	—	—	—	—	—
April	1916	—	5	10	15	—	—	—	9	10	11	—	—	—	—
Mai	1916	—	—	4	27	—	—	—	1	2	9	12	7	—	—
Juni	1916	—	—	—	25	5	—	—	—	—	9	18	3	—	—
Zusammen		1	50	60	95	150	10	39	53	42	34	51	89	54	4

[1]) Entnommen dem Gutachten der Königlich Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene über die Leine und Innerste a. a. O. Heft 23, Seite 163.

22. Übersicht.

Zusammenstellung der Durchschnittswerte für Härte und Chlorgehalt der Flußläufe im Weserstromgebiet.

a) Vor der Einleitung von Kaliabwässern.

Flußlauf	Ca-Härte D. H.°	Mg-Härte D. H.°	Ges.-Härte D. H.°	Cl mg/l
Fulda bei Münden	5,0	1,6	6,6	20,8
Werra oberhalb Salzungen	9,2	2,8	12,0	41,7
Werra oberhalb Kaiseroda	8,4	2,1	10,5	84,5
Werra bei Münden	11,2	2,9	14,1	73,0
Weser bei Münden	7,9	2,2	10,1	45,1
Mittlere Weser	7,3	2,2	9,5	36,6
Weser bei Dörverden	7,6	2,2	9,8	40,7
Schunter	16,0	5,2	21,9	41,0
Oker	9,0	2,3	11,3	53,0
Innerste bei Langelsheim	2,9	1,8	4,7	36,8
Innerste bei Baddekenstedt	6,3	2,3	8,6	72,0
Leine bei Bothmer	11,8	3,4	15,2	63,0
Obere Aller bei Celle	8,1	2,1	10,2	40,8
Untere Aller ohne Leinewasser	6,0	1,5	7,5	30,0
Aller an der Mündung	8,7	2,4	11,1	45,3
Weser bei Bremen	8,0	2,3	10,3	42,5

b) Nach der Einleitung von Kaliabwässern.

Flußlauf	Ca-Härte D. H.°	Mg-Härte D. H.°	Ges.-Härte D. H.°	Cl mg/l
Werra bei Münden 1911/1913	15,4	15,1	30,5	744
Weser bei Hameln 1911 (mittlere Weser)	11,4	9,3	20,6	423
„ „ Nienburg 1911 (mittlere Weser)	13,8	5,0	18,8	200
„ „ Dörverden 1911/1914	10,3	5,0	15,3	183
Schunter bei Walle 1914/1916	15,4	14,1	27,0	240
Oker bei Meinersen 1914/1916	12,3	14,6	26,2	261
„ „ Müden 1910/1911	13,2	28,0	41,2	506
Innerste bei Sarstedt 1914/1916	12,6	10,3	21,5	222
Leine bei Hannover 1908/1913	14,0	9,6	23,0	213
„ „ Bothmer 1911/1914	14,3	8,1	22,6	156
Aller oberhalb Okermündung 1911	9,4	21,4	30,9	430
„ unterhalb „ 1902/1903	7,8	5,8	13,6	108
„ bei Celle 1910/1911	8,7	9,7	18,7	227
„ bei Verden 1911/1916	10,1	7,3	17,0	153
„ an der Mündung 1913	11,2	11,3	22,0	200—250
Weser bei Bremen				
Mittel aus den Analysen von Tjaden (1904, 1911 und 1913) und von Ost (1910/1911): 1904	9,4	3,5	12,9	84,5
1911	9,6	5,9	15,5	195,5
1910/1911	9,6	4,9	14,5	122
1913	10,3	6,3	16,6	173
Jahresmittel nach Precht (vergl. S. 317): 1911	9,7	6,1	15,8	197,4
1912	8,5	4,9	13,4	145,8
1913	9,4	5,3	14,7	135,3
1914	8,9	3,9	12,8	97,5
1915	9,3	4,6	13,9	120,3
Mittelwerte für die Weser bei Bremen	9,4	5,0	14,4	141,2

23. Übersicht.

Zusammmenstellung der im Wesergebiet behördlicherseits zugelassenen täglichen Verarbeitungsmengen an Rohsalzen und der Versalzungsgrenzen für die einzelnen Flußläufe dieses Gebiets, soweit solche vorgeschrieben sind.

Es verarbeitet das Bergwerk	bei voller Ausnutzung der Konzession täglich dz.	Zulässige Versalzung						festgesetzt für die
		Zuwachs		Gesamt-		Gesamt-		
		Härte D. H.°	Chlor mg/l	Härte D. H.°	Chlor mg/l	Mg-Härte D. H.°	Mg Cl$_2$ mg/l	
I. Fulda.								
Neuhof	2500—8000 je nach der Wasserführung	spez. Gew. der Laugen 1,32		40	400 [1])	—	—	Fulda
II. Werra.								
Heldburg (Bernhardshall)		50 mg Salz in 1 Liter						Werra
Kaiseroda I	5000 300 cbm Endlaugen	—	—	darf nicht wesentlich geändert werden	—	—	—	
Kaiseroda II [2])	—	1 bei 20 cbm/sek. Wasserführung	18	—	—	—	—	
Heiligenroda	—	5	130	—	—	—	—	Werra
Heiligenroda [3])	—	5	—	—	—	—	—	„
Großherzog. Sophie	10 000	4	45	—	—	—	—	„
„ „	—	—	450	45	—	—	—	Felda
Großherzog v. Sachsen (Stadtlengsfeld) [3])	—	5	20	—	—	—	—	Werra
„	—	10	100	—	—	—	—	Felda
Großherzog v. Sachsen (Dorndorf) (Dietlas)	5000			nicht festgesetzt				Werra
„ „	300 cbm Endlaugen							
(Vacha) [3])	—	3	40	—	—	—	—	„
Heiligenmühle (Mariengarten)	7000	4	60	—	—	—	—	„
Bonifacius [3])	—	3	55	—	—	—	—	„
Sachsen-Weimar [3]) (Pferdsdorf)	—	3	40	—	—	—	—	„
Sachsen-Weimar (Raesa) [3])	—	1 bei mehr als 20 cbm/sek. Wasserführung	22	—	—	—	—	„

[1]) Gutachten der Königlich Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene über die Abwässerableitung der von der Gewerkschaft Ellers in der Gemarkung Neuhof, Kreis Fulda, zu errichtenden Chlorkaliumfabrik vom 14. April 1913, S. 8.

[2]) Das Genehmigungsverfahren schwebt in der Rekursinstanz. Genehmigung ist nur in der ersten Instanz erteilt.

[3]) Das Genehmigungsverfahren schwebt in der Rekursinstanz. Genehmigung ist nur in erster Instanz erteilt. Die Entscheidung über den Antrag, die Werra weiter verchloren zu dürfen, ist ausgesetzt (bis nach Eingang des Gutachtens des Reichs-Gesundheitsrats).

Es verarbeitet das Bergwerk	bei voller Ausnutzung der Konzession täglich dz.	Zulässige Versalzung: Zuwachs Härte D. H.°	Zuwachs Chlor mg/l	Gesamt- Härte D. H.°	Gesamt- Chlor mg/l	Gesamt- Mg-Härte D. H.°	Gesamt- $MgCl_2$ mg/l	festgesetzt für die
Buttlar	Nach Schätzung des Bezirksausschusses in Stade werden mindestens 8500 dz verarbeitet	13	150	55	550	—	—	Ulster
Heiligenmühle		17	200					„
Sachsen-Weimar (Unterbreizbach)		15	180					
Hattorf[1])	5000	15	—	—	400	—	—	„
Wintershall	10 000	10	130	—	550	—	—	Werra
Alexandershall	5000	10	—	55	—	—	—	„
Sodafabrik Buchenau	1000	—	—	30	500	—	—	—
	kalz. Soda. 1700 cbm Abwässer bei 6,5 cbm/sek. Wasserführung			bei 4,5 cbm/sek. Wasserführung				
Hüpstedt	8000	—	—	50	500	—	—	Frieda
III. Mittlere Weser bis Nienburg.								
Justus	1250	spez. Gew. 1,1		30	—	—	—	Weser
IV. Schunter.								
Beienrode[2])	3000	—	—	55	450[3])	—	600	Schunter
Asse	6250 die Endlaugen von 5250 dz in die Oker, von 1000 in die Schunter	—	—	55	450	—	—	Schunter und Oker
V. Oker.								
Asse	—	—	—	45	450	—	—	Oker
Hedwigsburg	5250	—	—	45	450[3])	—	—	„
Thiederhall	2500	nicht festgesetzt.						„
VI. Innerste.								
Carlsfund	1250	—	—	30	350[4])	—	—	Innerste
Salzdethfurt[5])	1250 +1250	11–13°	—	höchst. 30	höchst. 350[6])	—	—	„

[1]) Nur vorläufige Gestattung von Landespolizei wegen; gültig für die Zeit bis zur Rechtskraft der auf den schwebenden Genehmigungsantrag ergehenden Entscheidung.

[2]) Weitere 3000 dz unter der Bedingung der Eindampfung der Endlaugen.

[3]) Schunter-, Oker-, Aller-Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, 25. Band, 1907, S. 155.

[4]) Gutachten der Königlich Preußischen Deputation für das Medizinalwesen über die Einwirkung der Kaliindustrie auf die Flüsse. Vierteljahresschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Sanitätswesen, 3. Folge, 21. Bd. Supplementheft, 1901, S. 2.

[5]) Die Zusatzkonzession (1250 dz) ist nur in dem landesrechtlichen Verleihungsverfahren erteilt. Das Verfahren nach der Reichsgewerbeordnung schwebt noch.

[6]) Gutachten der Königlichen Landesanstalt für Wasserhygiene, betreffend die Beschwerden einer Reihe von Kaliwerken und Gewerkschaften gegen Beschlüsse des Bezirksausschusses in Hildesheim wegen Verleihung des Rechtes zur Ableitung von Kaliendlaugen in die Leine und Innerste. Mitteilungen aus der Königlichen Landesanstalt für Wasserhygiene Heft 23, 1917, S. 283. Beschluß des Königlich Preußischen Landeswasseramts vom 3. Oktober 1917.

Es verarbeitet das Bergwerk	bei voller Ausnutzung der Konzession täglich dz.	Zulässige Versalzung						festgesetzt für die
		Zuwachs		Gesamt-		Gesamt-		
		Härte D. H°	Chlor mg/l	Härte D. H.°	Chlor mg/l	Mg-Härte D. H°	$MgCl_2$ mg/l	
Hildesia	1250 130 cbm Endlaugen	—	—	30	350	—	—	Innerste
Hercynia indirekt in Innerste und Leine (Klüfte des Kahnsteins)	2500 130 cbm Endlaugen	—	—	—	—	—	—	„
				VII. Leine.				
Siegfried I[1])	1250 + 1250	6—8	—	höchst. 30	350[2])	—	—	Leine
Hohenzollern[1]) (Meimerhausen)	1250 + 1250	6—8	—	höchst. 30	350	—	—	„
Desdemona[1])	1250 + 1250	6—8	—	höchst. 30	350[2])	—	—	„
Frisch Glück[1])	1250 + 1250	6—8	—	höchst. 30	350[2])	—	—	„
Hohenfels	1250 130 cbm Endl..	—	—	30	350	—	—	„
Ronnenberg	1250 65 cbm Endl.	—	—	30	350	—	353 g Salze/sek.	„
Benthe	1250 65 cbm Endl.	—	—	30	350	—	—	„
Sigmundshall	1250 65 cbm Endl.	—	—	30	350	—	—	„
Adolfsglück-Hope	2500	—	—	30	350	—	706 g Salze/sek. davon 606 g $MgCl_2$ u. 56 g $MgSO_4$	„
Hermann II[3])	5000	—	—	30	350	—	—	„
				VIII. Aller.				
Einigkeit I	3500—5000 2 l Endl. sek.	spez. Gew. 1,32		45	450[4])	35	600	Aller
„ II (Prinz Adalbert)	2000 1,1 l Endl./sek.	„	„ 1,32	45	450	35	600	„
Mariaglück	2800 1,6 l Endl./sek.	„	„ 1,32	45	450	35	600	„
Riedel	2000 1,1 l Endl./sek.	„	„ 1,32	45	450	35	600	„
Niedersachsen	wie Einigkeit II	„	„ 1,32	45	450	35	600	„
Steinförde	„	„	„ 1,32	45	450	35	600	„
Grethem-Büchten	2500—4000 1,1—3 l Endl./sek.	„	„ 1,32	45	450	35	600	„
Aller-Nordstern	3—5000 1,75—3 l Endl./sek.	„	„ 1,32	45	450	35	600	„
Aller-Hammonia	2—3000 1,1—3 l Endl./sek.	„	„ 1,32	45	450	35	600	„
Rudolphus I[5]) Carlsglück (chem. Fabriken[6])	3—5000 1,75—3 l Endl./sek.	„	„ 1,32	45	450	35	600	„
Rudolphus II	8000			35	410	—	—	„

[1]) Siehe Anmerkung 5 der vorstehenden Seite. — [2]) Siehe Anmerkung 6 der vorstehenden Seite. — [3]) Die Konzession ist bisher nur in dem landesrechtlichen Verleihungsverfahren, nicht auch in dem Verfahren nach der Reichsgewerbeordnung erteilt. — [4]) Siehe Anmerkung 3 der vorstehenden Seite. — [5]) Weitere 2000 dz unter der Bedingung der Eindampfung der Endlaugen. — [6]) Jetzt: Chemische Fabriken Rudolphus.

24. Über

Zusammenstellung der niedrigsten und höchsten Werte für Härtegrad und Chlor-
für die Jahre

Jahr	Monat	Weser bei Hoya							
		Ca-Härte D. H.°		Mg-Härte D. H.°		Ges.-Härte D. H.°		Cl mg/l	
		Wert		Wert		Wert		Wert	
		n	h	n	h	n	h	n	h
1914	Januar	—	—	—	—	—	—	—	—
	Februar	—	—	—	—	—	—	—	—
	März	—	—	—	—	—	—	—	—
	April	—	—	—	—	—	—	—	—
	Mai	—	—	—	—	—	—	—	—
	Juni	—	—	—	—	—	—	—	—
	Juli	—	—	—	—	—	—	—	—
	August	—	—	—	—	—	—	—	—
	September	—	—	—	—	—	—	—	—
	Oktober	—	—	—	—	—	—	—	—
	November	—	—	—	—	—	—	—	—
	Dezember	—	—	—	—	—	—	—	—
1915	Januar	—	—	—	—	—	—	—	—
	Februar	—	—	—	—	—	—	—	—
	März	—	—	—	—	—	—	—	—
	April	—	—	—	—	—	—	—	—
	Mai	9	16	6	11	14	25	90	180
	Juni	—	—	—	—	—	—	—	—
	Juli	9	13	5	8	16	20	130	250
	August	9	12	4	11	14	22	130	250
	September	9	13	3	14	14	25	130	290
	Oktober	7	13	4	9	12	20	120	220
	November	8	18	5	11	14	22	120	250
	Dezember	6	11	2	8	8	18	40	180
1916	Januar	4	8	1	5	5	12	30	80
	Februar	5	10	2	8	8	16	80	110
	März	6	10	3	6	10	16	60	100
	April	6	10	2	7	10	16	30	120
	Mai	8	11	3	8	11	18	80	180
	Juni	8	11	4	7	12	17	60	150
	Juli	6	10	2	9	10	17	60	170
	August	7	11	3	9	11	18	100	250
	September	8	10	3	9	12	19	100	210
	Oktober	6	10	5	9	11	17	100	190
	November	6	10	3	9	9	18	60	200
	Dezember	6	10	2	6	8	14	40	130

[1]) Bei Harxbüttel.

sicht.

gehalt aus den Untersuchungen der Abwasser-Untersuchungsstelle in **Hildesheim** 1914 bis 1916.

Schunter bei Walle								Oker bei Meinersen							
Ca-Härte D. H.°		Mg-Härte D. H.°		Ges.-Härte D. H.°		Cl mg/l		Ca-Härte D. H.°		Mg-Härte D. H.°		Ges.-Härte D. H.°		Cl mg/l	
Wert		Wert		Wert		Wert		Wert		Wert		Wert		Wert	
n	h	n	h	n	h	n	h	n	h	n	h	n	h	n	h
—	—	—	—	—	—	—	—	11	14	10	17	22	29	120	270
—	—	—	—	—	—	—	—	8	15	3	16	13	28	90	250
—	—	—	—	—	—	—	—	8	14	3	12	14	24	70	220
—	—	—	—	—	—	—	—	7	15	5	23	12	36	90	350
—	—	—	—	—	—	—	—	8	16	11	30	20	43	180	520
—	—	—	—	—	—	—	—	10	20	7	25	22	36	200	560
—	—	—	—	—	—	—	—	8	17	7	21	15	37	100	460
—	—	—	—	—	—	—	—	6	14	6	21	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	21	9	21	17	42	70	470	10	16	6	25	16	39	100	370
13	21	8	17	12	40	60	430	10	14	6	21	18	34	100	420
8	19	4	16	12	34	50	260	8	15	4	22	12	37	60	260
12	22	5	12	19	31	60	170	9	17	4	16	13	31	80	200
7	19	3	11	11	30	40	140	9	16	3	10	13	26	40	200
12	20	5	14	17	32	90	200	11	16	4	9	17	29	40	140
12	22	8	21	22	36	70	220	9	17	6	18	15	34	70	320
15	22	9	30	26	49	150	500	14	18	9	25	24	42	130	440
14	21	11	30	26	46	150	570	11	18	9	25	23	40	170	390
12	19	7	28	20	42	210	480	12	18	9	28	24	44	180	630
12	20	9	38	21	54	130	370	11	19	10	26	25	39	220	400
12	21	9	26	25	40	130	400	10	20	7	23	17	38	130	410
13	22	8	22	24	40	210	470	10	16	7	27	13	33	200	400
6	20	3	18	10	25	70	380	6	16	3	15	11	28	60	450
7	16	4	10	12	24	60	130	7	13	2	8	10	19	55	130
9	17	4	15	14	27	60	180	8	13	3	14	13	25	70	190
7	16	4	11	11	23	50	160	8	13	3	13	13	25	60	180
10	16	4	12	14	28	60	180	8	13	4	15	12	24	70	190
10	18	6	17	17	30	120	310	10	14	7	19	18	30	160	380
12	20	7	21	17	34	120	280	9	14	8	22	18	34	160	360
9	17	4	16	13	30	100	370	8	15	6	17	17	32	150	310
12	19	6	19	20	36	160	400	10	14	5	24	17	37	150	400
13	19	8	24	24	40	200	420	10	13	12	27	23	38	170	440
14	20	11	21	27	38	210	490	8	14	8	26	18	38	150	500
12	18[1])	4	28	16	42	80	480[1])	8	16	5	31	15	45	100	540
12	20[1])	4	18	16	34	60	250[1])	6	16	4	16	11	30	60	280

24. Übersicht.

Zusammenstellung der niedrigsten und höchsten Werte für Härtegrad und Chlor· für die Jahre

Jahr	Monat	Innerste bei Sarstedt							
		Ca-Härte D. H.°		Mg-Härte D. H.°		Ges.-Härte D. H.°		Cl mg/l	
		Wert		Wert		Wert		Wert	
		n	h	n	h	n	h	n	h
1914	Januar	8	14	3	13	14	27	60	280
	Februar	8	15	7	14	15	29	120	230
	März	6	13	1	10	12	22	50	190
	April	8	15	3	11	13	25	90	260
	Mai	9	15	7	15	18	29	130	310
	Juni	11	15	8	14	20	27	160	340
	Juli	7	15	4	16	12	30	110	370
	August	9	14	7	14	16	25	130	280
	September	10	18	5	14	17	31	130	300
	Oktober	7	17	5	11	14	28	180	310
	November	9	15	6	13	19	26	120	290
	Dezember	9	15	7	11	18	24	180	220
1915	Januar	9	14	3	11	12	23	50	220
	Februar	10	16	5	11	15	26	80	240
	März	9	19	2	8	11	27	50	160
	April	11	15	4	11	13	25	70	180
	Mai	12	18	9	16	20	31	160	300
	Juni	14	20	10	16	25	32	220	380
	Juli	14	18	10	23	24	33	210	400
	August	12	18	10	18	23	34	220	430
	September	12	18	6	17	23	33	260	390
	Oktober	13	16	10	18	24	31	220	380
	November	13	17	9	19	7	32	280	450
	Dezember	7	14	4	15	12	29	70	360
1916	Januar	6	13	2	8	8	20	50	150
	Februar	6	14	4	14	10	26	60	270
	März	8	14	5	13	14	24	90	190
	April	8	14	5	13	15	24	100	220
	Mai	10	15	6	15	16	27	180	400
	Juni	8	14	8	17	19	29	170	330
	Juli	6	12	6	14	12	25	80	290
	August	11	15	7	20	20	31	140	380
	September	9	14	7	18	17	31	130	320
	Oktober	8	14	6	17	19	30	120	330
	November	8	16	5	21	13	34	80	370
	Dezember	6	16	2	14	8	27	70	260

(Fortsetzung.)

gehalt aus den Untersuchungen der Abwasser-Untersuchungsstelle in **Hildesheim** 1914 bis 1916.

Leine bei Coldingen								Aller bei Verden							
Ca-Härte D. H.°		Mg-Härte D. H.°		Ges.-Härte D. H.°		Cl mg/l		Ca-Härte D. H.°		Mg-Härte D. H.°		Ges.-Härte D. H.°		Cl mg/l	
Wert		Wert		Wert		Wert		Wert		Wert		Wert		Wert	
n	h	n	h	n	h	n	h	n	h	n	h	n	h	n	h
5	17	3	12	12	27	50	180	7	12	3	10	10	21	60	155
7	15	6	14	14	29	80	210	8	11	4	11	13	21	100	170
7	12	4	11	12	20	45	130	5	9	3	8	8	19	40	140
8	14	3	9	12	22	60	190	6	12	2	8	10	19	80	160
9	14	4	12	17	24	110	210	8	12	5	13	15	24	150	220
11	15	5	14	17	28	100	330	6	11	6	13	15	22	140	230
7	16	4	12	13	27	70	260	6	13	4	11	13	24	50	210
7	15	4	11	12	25	60	190	8	11	4	7	14	19	120	170
12	18	4	12	18	27	110	170	7	12	5	12	14	22	100	200
11	16	4	10	15	23	70	200	8	13	3	10	14	23	80	150
9	16	3	8	14	23	70	160	9	14	4	8	14	20	70	130
10	14	4	9	15	21	60	150	10	12	5	6	15	18	80	130
9	20	2	8	11	25	40	150	7	11	3	8	10	17	50	140
11	16	4	11	15	26	50	160	6	12	4	7	12	17	90	130
8	17	2	6	10	22	30	110	8	13	2	6	10	18	40	120
10	15	3	10	13	22	50	160	8	12	3	6	12	18	60	160
12	18	5	12	17	27	100	210	9	15	6	8	16	22	100	150
14	21	5	15	21	32	80	270	9	14	5	10	15	22	140	210
7	18	9	15	16	33	160	280	9	14	5	10	15	28	90	200
12	19	9	16	23	32	160	290	9	18	6	10	16	26	140	200
12	18	5	16	20	30	160	270	6	14	5	12	16	22	150	230
11	18	9	17	23	30	160	260	9	20	2	5	16	23	160	200
12	17	6	15	20	31	120	260	9	12	6	11	15	21	140	200
7	14	3	14	11	28	50	280	6	10	3	10	11	20	70	180
7	11	2	5	7	16	40	100	6	9	2	6	8	14	50	80
6	12	2	7	9	19	30	120	7	11	3	6	10	16	50	150
8	12	2	7	12	18	40	120	6	10	2	6	8	14	30	90
7	14	4	8	11	21	40	130	6	10	4	7	10	17	80	120
9	14	3	11	15	23	90	220	8	10	4	10	11	20	100	180
10	14	5	13	17	25	120	210	8	15	5	9	14	22	120	180
8	13	5	11	14	22	80	200	6	10	4	9	12	18	100	180
10	15	5	15	18	27	110	230	8	11	5	10	12	20	100	180
10	14	8	15	20	27	80	250	8	10	6	10	13	19	110	180
6	14	6	13	16	26	120	240	8	10	6	9	14	19	120	260
9	14	3	13	12	27	60	220	8	10	5	11	12	20	80	190
8	14	2	11	10	24	40	180	8	10	4	7	12	17	60	150

25. Übersicht.

Härtegrad und Chlorgehalt der einzelnen Wasserläufe des Weserstromgebiets nach den Untersuchungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes in der 1. Hälfte des Jahres 1914.

Ort der Entnahme der	Zeit Wasserproben	Pegelstand m	Härte Ca-D. H.°	Mg-D. H.°	Gesamt-D. H.°	Cl mg/l
Werra bei Hann. Münden, km 68, Weserpegel	31. 1. 14	+ 1,57	11,2	12,2	23,4	404
	7. 2. 14	+ 1,41	12,9	13,3	26,2	412
	18. 2. 14	+ 3,29	7,4	4,6	12,0	138
	27. 2. 14	+ 2,96	7,5	4,5	12,0	126
	10. 3. 14	+ 3,75	7,4	1,8	9,2	41
	19. 3. 14	+ 5,00	7,8	2,8	10,6	86
	30. 3. 14	+ 3,00	9,3	5,3	14,6	187
	17. 4. 14	+ 2,17	11,6	4,4	16,0	127
	29. 4. 14	+ 1,58	12,5	11,2	23,7	369
	22. 5. 14	+ 1,40	13,2	9,7	22,9	232
	9. 6. 14	+ 1,88	13,5	8,7	22,2	411
	20. 6. 14	+ 2,32	13,7	10,7	24,4	432
	30. 6. 14	+ 1,78	12,9	9,8	22,7	382
	9. 7. 14	+ 3,46	9,2	5,1	14,3	198
	22. 7. 14	+ 1,92	10,5	6,0	16,5	181
Fulda bei Hann.-Münden, km 27,2, Schleusen-Oberpegel	31. 1. 14	+ 2,26	6,9	2,1	9,0	32,2
	7. 2. 14	+ 2,42	6,0	2,1	8,1	20,6
	18. 2. 14	+ 2,62	3,3	0,9	4,2	9,6
	27. 2. 14	+ 2,44	3,8	2,6	6,4	13,8
	10. 3. 14	+ 2,64	4,3	0,7	5,0	10,0
	19. 3. 14	+ 3,20	3,1	1,4	4,5	9,2
	30. 3. 14	+ 2,46	3,6	2,0	5,6	12,6
	17. 4. 14	+ 2,33	4,4	1,5	5,9	12,0
	29. 4. 14	+ 2,24	6,6	1,7	8,3	56,6
	22. 5. 14	+ 2,05	6,4	2,5	8,9	51,6
	9. 6. 14	+ 2,30	5,4	1,9	7,3	96,0
	20. 6. 14	+ 2,44	4,3	2,4	6,7	24,0
	30. 6. 14	+ 2,32	3,7	2,2	5,9	13,6
	9. 7. 14	+ 2,59	4,8	1,8	6,6	9.5
	22. 7. 14	+ 2,30	5,0	2,2	7,2	25,2
Weser bei Veckerhagen, km 10,7,	31. 1. 14	+ 2,4	l 8,4	5,9	14,3	189
			r 9,3	6,9	16,2	214
	7. 2. 14	+ 2,27	l 9,7	6,5	16,2	195
			r 10,1	7,1	17,2	227
	19. 2. 14	+ 3,8	l 4,9	2,8	7,7	74
			r 5,2	2,6	7,8	84
	27. 2. 14	+ 3,7	l 6,4	3,3	9,7	87
			r 6,7	3,1	9,8	94
	10. 3. 14	+ 4,48	l 5,7	2,3	8,0	26
			r 5,9	1,9	7,8	26
	19. 3. 14	+ 5,55	l 5,0	1,2	6,2	36
			r 5,0	1,2	6,2	37
	30. 3. 14	+ 3,74	l 7,1	3,2	10,3	107
			r 7,2	3,2	10,4	120
	17. 4. 14	+ 2,98	l 7,8	2,6	10,4	62
			r 7,7	4,0	11,7	70

Ort der Entnahme der	Zeit Wasserproben	Pegelstand m	Härte Ca-D. H.°	Mg-D. H.°	Gesamt-D. H.°	Cl mg/l
Weser bei Bursfelde, km 18,5	29. 4. 14	+ 2,40	l 9,2	8,1	17,3	221
			m 9,5	8,0	17,5	222
			r 9,6	7,5	17,1	227
	22. 5. 14	+ 2,28	l 10,5	6,6	17,1	175
			m 10,3	6,4	16,7	172
			r 9,9	6,6	16,5	181
	9. 6. 14	+ 2,88	l 8,5	5,1	13,6	178
					13,3	185
			m 8,3	4,9	13,2	187
	20. 6. 14	+ 3,15	r 6,1	4,5	10,2	104
					10,5 } 10,5	112
					10,8	109
	30. 6. 14	+ 2,64	l 7,4	4,9	12,3	162
			m 7,2	5,0	12,2	168
	9. 7. 14	+ 4,1	r 5,6	5,0	10,6	99
	22. 7. 14	+ 2,83	l 7,0	4,6	11,6	149
			r 7,0	4,8	11,8	153
Weser bei Carlshafen, km 44,2	31. 1. 14	+ 2,54	8,5	7,4	15,9	209
	7. 2. 14	+ 2,84	9,4	6,3	15,7	226
	18. 2. 14	+ 3,98	5,6	1,4	7,0	48
	27. 2. 14	+ 3,8	6,9	2,6	9,5	93
	10. 3. 14	+ 4,64	6,0	1,6	7,6	32
	19. 3. 14	+ 5,84	5,5	0,7	6,2	36
	30. 3. 14	+ 3,90	7,1	2,9	10,0	110
						89
	17. 4. 14	+ 3,10	7,7	3,2	10,9	63
	29. 4. 14	+ 2,50	9,2	7,2	16,4	220
	22. 5. 14	+ 2,28	10,2	6,2	16,4	212
	9. 6. 14	+ 2,88	8,7	4,9	13,6	157
	20. 6. 14	+ 3,15	7,4	3,8	11,2	95
	30. 6. 14	+ 2,64	7,4	4,6	12,0	156
	9. 7. 14	+ 4,1	6,1	4,5	10,6	98
	22. 7. 14	+ 2,87	6,8	4,0	10,8	144
Weser bei Bodenwerder, km 110,7	31. 1. 14	+ 2,02	10,3	5,7	16,0	129
	7. 2. 14	+ 1,89	9,9	6,8	16,7	143
	18. 2. 14	+ 3,24	6,2	4,7	10,9	117
	27. 2. 14	+ 3,18	6,5	4,0	10,5	69
	10. 3. 14	+ 3,8	6,5	1,6	8,1	54
	19. 3. 14	+ 5,24	5,7	0,7	6,4	26
	30. 3. 14	+ 3,36	7,6	2,5	10,1	73
	17. 4. 14	+ 2,60	8,4	3,4	11,8	36
	29. 4. 14	+ 2,00	10,5	6,9	17,4	197
	22. 5. 14	+ 1,78	11,1	7,0	18,1	213
	9. 6. 14	+ 2,08	9,1	4,8	13,9	132
	20. 6. 14	+ 2,52	7,7	4,2	11,9	69
	30. 6. 14	+ 2,10	8,1	4,6	12,7	124
	9. 7. 14	+ 3,65	6,8	4,6	11,4	76
	22. 7. 14	+ 2,30	7,9	4,3	12,2	112

Ort der Entnahme der	Zeit Wasserproben	Pegelstand m	Härte Ca-D. H.°	Mg-D. H.°	Gesamt-D. H.°	Cl mg/l
Weser bei Vlotho, km 184,0	30. 1. 14	+ 2,20	11,5	5,9	17,4	164
	7. 2. 14	+ 2,04	12,0	5,1	17,1	144
	18. 2. 14	+ 3,24	7,1	4,7	11,8	119
	27. 2. 14	+ 3,42	6,6	4,0	10,6	74
	10. 3. 14	+ 4,28	6,6	2,4	9,0	55
	19. 3. 14	+ 5,50	6,2	1,9	8,1	25
	30. 3. 14	+ 3,64	7,8	2,7	10,5	79
	17. 4. 14	+ 2,85	9,4	3,7	13,1	39
	29. 4. 14	+ 2,16	11,1	6,5	17,6	161
	22. 5. 14	+ 1,92	13,1	6,1	19,2	190
	9. 6. 14	+ 2,22	10,3	4,4	14,7	100
	20. 6. 14	+ 2,68	7,9	4,1	12,0	80
	30. 6. 14	+ 2,24	8,8	4,8	13,6	144
	9. 7. 14	+ 3,50	8,2	4,0	12,2	127
	22. 7. 14	+ 2,39	8,3	4,3	12,6	141
Weser bei Minden, km 205	31. 1. 14	+ 2,58	11,9	5,1	17,0	160
	7. 2. 14	+ 2,36	11,6	5,4	17,0	140
	18. 2. 14	+ 3,61	8,0	4,6	12,6	103
	27. 2. 14	+ 3,81	8,0	2,4	10,4	46
	10. 3. 14	+ 4,83	7,1	1,9	9,0	48
	19. 3. 14	+ 5,56	6,2	2,9	9,1	29
	30. 3. 14	+ 4,07	7,8	3,1	10,9	61
	17. 4. 14	+ 3,20	10,9	1,7	12,6	42
	29. 4. 14	+ 2,50	12,3	6,2	18,5	169
	22. 5. 14	+ 2,28	12,6	6,9	19,5	196
	9. 6. 14	+ 2,64	11,2	4,4	15,6	107
	20. 6. 14	+ 2,97	8,5	3,9	12,4	81
	30. 6. 14	+ 2,57	8,6	5,1	13,7	166
	9. 7. 14	+ 3,84	8,0	4,7	12,7	153
	22. 7. 14	+ 2,68	8,7	4,5	13,2	148
Weser bei Dörverden, km 307	31. 1. 14	+ 2,73	11,0	5,5	16,5	145
	7. 2. 14	+ 2,53	10,3	5,7	16,0	186
	18. 2. 14	+ 3,41	8,1	5,2	13,3	112
	27. 2. 14	+ 4,32	6,7	3,7	10,4	41
	10. 3. 14	+ 5,59	6,9	2,6	9,5	49
	19. 3. 14	+ 6,31	7,0	2,8	9,8	32
	30. 3. 14	+ 4,8	7,3	3,3	10,6	55
	17. 4. 14	+ 3,62	9,5	2,5	12,0	48
	29. 4. 14	+ 2,60	11,2	5,3	16,5	182
	22. 5. 14	+ 3,26	12,2	4,7	16,9	178
	9. 6. 14	+ 4,12	9,8	3,5	13,3	80
	20. 6. 14	+ 4,66	8,8	4,9	13,7	128
	30. 6. 14	+ 4,56	8,8	4,0	12,8	115
	9. 7. 14	+ 4,48	8,8	3,8	12,6	97
	22. 7. 14	+ 4,46	8,5	4,6	13,1	144

Ort der Entnahme der	Zeit Wasserproben	Pegelstand m	Härte			Cl mg/l
			Ca-D. H.°	Mg-D. H.°	Gesamt-D. H.°	
Oker bei Wolfenbüttel	31. 1. 14	+ 0,1	10,9	6,7	17,6	55
	7. 2. 14	+ 0,02	10,9	7,3	18,2	62
	18. 2. 14	+ 0,05	6,6	3,5	10,1	24
	27. 2. 14	+ 0,05	8,2	5,8	14,0	47
	10. 3. 14	+ 0,69	6,2	3,2	9,4	41
	19. 3. 14	+ 0,24	6,8	4,6	11,4	34
	30. 3. 14	+ 0,02	9,4	5,2	14,6	37
	17. 4. 14	+ 0,03	8,3	5,9	14,2	64
	29. 4. 14	+ 0,05	10,1	8,3	l 17,1 } 18,7 r 20,4 }	86 146
	22. 5. 14	+ 0—0,17	9,7	7,9	17,6	73
	9. 6. 14	+ 0,13	9,0	3,2	12,2	51
	20. 6. 14	+ 0,07	10,6	4,4	15,0	69
	30. 6 14	+ 0,0—0,22	10,6	3,0	13,6	59
	9. 7. 14	+ 0,01	7,4	2,0	9,4	29
	22. 7. 14	+ 0,0 – 0,12	8,2	2,8	11,0	58
Leine bei Bothmer, km 111	31. 1. 14	+ 0,74	14,0	7,0	21,0	128
	7. 2. 14	+ 0,6	14,7	8,4	23,1	143
	18. 2. 14	+ 1,23	11,3	5,4	16,7	90
	27. 2. 14	+ 1,37	11,6	4,5	16,1	80
	10. 3. 14	+ 2,60	9,2	2,9	12,1	45
	19. 3. 14	+ 2,70	10,2	4,0	14,2	42
	30. 3. 14	+ 2,01	13,2	3,0	16,2	67
	17. 4. 14	+ 1,50	13,4	4,0	17,4	76
	29. 4. 14	+ 0,58	15,1	6,2	21,3	118
	22. 5. 14	+ 0,20	15,0	7,6	22,6	156
	9. 6. 14	+ 0,34	14,6	7,5	22,1	149
	20. 6. 14	+ 0,20	15,3	8,6	23,9	179
	30. 6. 14	+ 0,07	14,1	8,0	22,1	163
	9. 7. 14	+ 1,41	12,3	6,4	18,7	124
	22. 7. 14	+ 0,53	12,2	5,1	17,3	101
Aller bei Ahlden, km 51	31. 1. 14	+ 1,63	7,3	7,0	14,3	141
	7. 2. 14	+ 1,45	6,7	9,3	16,0	169
	18. 2. 14	+ 1,95	6,4	5,3	11,7	127
	27. 2. 14	+ 2,26	6,1	6,7	12,8	113
	10. 3. 14	+ 2,98	5,7	4,6	10,3	67
	19. 3. 14	+ 3,00	6,3	4,5	10,8	68
	30. 3. 14	+ 2,76	6,9	4,9	11,8	119
	17. 4. 14	+ 2,46	7,5	5,4	12,9	94
	29. 4. 14	+ 1,31	7,2	7,3	14,5	171
	22. 5. 14	+ 0,86	6,7	5,5	12,2	160
	9. 6. 14	+ 1,16	7,2	6,9	14,1	183
	20. 6. 14	+ 0,94	9,0	9,1	18,1	218
	30. 6. 14	+ 0,77	7,6	8,0	15,6	213
	9. 7. 14	+ 1,99	6,8	5,4	12,2	164
	22. 7. 14	+ 1,22	8,6	7,0	15,6	176

Ort der Entnahme der	Zeit Wasserproben	Pegelstand m	Härte Ca- D. H.°	Mg- D. H.°	Gesamt- D. H.°	Cl mg/l
Aller bei Verden, km 111,5	31. 1. 14	+ 2,54	10,7	6,6	17,3	140
	7. 2. 14	+ 2,4	10,2	7,6	17,8	148
	18. 2. 14	+ 2,72	8,9	6,4	15,3	120
	27. 2. 14	+ 3,30	8,5	5,8	14,3	95
	10. 3. 14	+ 4,35	7,1	4,3	11,4	60
	19. 3. 14	+ 5,11	8,9	1,5	10,4	49
	30. 3. 14	+ 4,02	7,8	6,4	14,2	87
	17. 4. 14	+ 3,56	10,5	2,9	13,4	75
	29. 4. 14	+ 2,30	10,3	6,7	17,0	138
	22. 5. 14	+ 1,91	10,8	6,6	17,4	129
	9. 6. 14	+ 2,18	11,0	5,4	16,4	182
	20. 6. 14	+ 2,08	12,1	8,7	20,8	190
	30. 6. 14	+ 1,82	11,1	8,4	19,5	191
	9. 7. 14	+ 2,70	9,5	7,0	16,5	163
	22. 7. 14	+ 2,33	9,6	6,1	15,6	135
Weser bei Bremen, km 365,5	31. 1. 14	+ 2,43	9,1	8,2	17,3	146
	7. 2. 14	—	9,0	7,0	16,0	138
	18. 2. 14	—	7,9	6,8	14,7	118
	27. 2. 14	—	6,6	5,1	11,7	67
	10. 3. 14	+ 4,88	6,6	3,8	10,4	63
	19. 3. 14	+ 5,66	6,6	2,9	9,5	44
	30. 3. 14	+ 4,48	7,5	4,0	11,5	72
	17. 4. 14	+ 3,56	8,4	4,2	12,6	62
	29. 4. 14	+ 2,31	9,9	6,6	16,5	130
	22. 5. 14	+ 1,80	10,6	7,2	17,8	156
	9. 6. 14	+ 2,09	9,6	4,3	13,9	101
	20. 6. 14	+ 2,36	8,5	4,9	13,4	113
	30. 6. 14	+ 1,95	8,3	4,8	13,1	133
	9. 7. 14	+ 2,80	8,3	4,4	12,7	113
	22. 7. 14	+ 2,26	8,4	4,8	15,2	137

26. Übersicht.

Gleichwertige Abflußmengen der maßgebenden Flußläufe des Weserstromgebiets

Unterschreitungsdauer	Zahl der Tage < 1 cbm/sek	60 cbm/sek.	120 cbm/sek.	180 cbm/sek.	Prozentische Verteilung < 1 %	60 %	120 %	180 %	Gebietsfläche qkm	%
Werra } bei Hannov.-	10	18	24	33	10,2	12,7	13,0	13,6	5 505	14,5
Fulda } Münden	13	20	28	38	13,3	14,2	15,1	15,7	6 955	18,4
Mittlere Weser ohne Werra- und Fuldawasser	35	45	58	76	35,7	31,9	31,4	31,3	9 850	26,0
Weser oberhalb Allermündung	58	83	110	147	59,2	58,8	59,5	60,6	22 310	58,9

Unterschreitungsdauer	Zahl der Tage				Prozentische Verteilung				Gebietsfläche	
	< 1 cbm/sek.	60 cbm/sek.	120 cbm/sek.	180 cbm/sek.	< 1 %	60 %	120 %	180 %	qkm	%
Obere Aller bei Celle	6	11,2	15,4	20,6	6,1	7,9	8,6	8,3	4 490	11,8
Leine bei Bothmer	19	27	34	44	19,4	19,2	18,4	18,2	6 512	17,2
Untere Aller ohne Leinewasser	15	19,8	25,6	30,4	15,3	14,1	13,8	12,6	4 592	12,1
Aller an der Mündung	40	58	75	95	40,8	41,2	40,5	39,4	15 594	41,1
Weser bei Bremen	98	141	185	242	100,0	100,0	100,0	100,0	37 904	100,0

Für die Weser bei Bremen gelten die folgenden Beziehungen zwischen der Dauer der einzelnen Wasserstände und ihren Abflußmengen:

Unterschreitungstage:	< 1	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
Abflußmengen (cbm/sek.)	98	121	141	163	185	209	242	285	340	412	502

27. Übersicht.

Berechnung der Mengen an Kalirohsalzen, die im Wesergebiet insgesamt verarbeitet werden können, ohne daß die Grenzen von 20 Härtegraden und 250 mg/l Chlor im Weserwasser bei Bremen überschritten werden, sowie der entsprechenden Kaliabwässermengen.

1. Unterschreitungstage	< 1	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	Tage
2. Abflußmengen cbm/sek. (q)	98	121	141	163	185	209	242	285	340	412	502	cbm/sek.
3. Natürliche Härte	12	12	11	11	10	10	10	10	9	8	8	Deutsche Härtegrade
4. Zulässiger Härtezuwachs (h)	8	8	9	9	10	10	10	10	11	12	12	„
5. Gesamt-Verhärtung	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	„
6. Chlorzuwachs (Cl) Cl = 20 · h	160	160	180	180	200	200	200	200	220	240	240	mg/l
7. Chlorzuwachs (Cl^1) 250 mg — natürl. Chlorgehalt	190	190	195	195	200	200	200	200	220	225	225	mg/l
8. Natürlicher Chlorgehalt	60	60	55	55	50	50	50	50	30	25	25	mg/l
9. Gesamter Chlorgehalt, Cl^1 + natürl. Chlorgehalt	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	mg/l
10. Davon Chlorzuwachs aus Chlormagnesium	101,6	101,6	114,3	114,3	127	127	127	127	139,7	152,4	152,4	mg/l
11. Davon Chlorzuwachs aus Chlornatrium	88,4	88,4	80,7	80,7	73	73	73	73	80,3	72,6	72,6	mg/l
12. Zuwachs von Chlormagnesium	136	136	153	153	170	170	170	170	187	204	204	mg/l
13. Mögliche Tagesverarbeitung an Kalirohsalzen: Kalendertag (t)	57,7	71,2	99,8	107,9	136,0	158,7	177,9	209,6	275,0	363,5	442,9	× 1000 dz

14. Mögliche Tagesverarbeitung an Kalirohsalzen: Werktag (t[1])	70,4	86,9	113,8	131,6	165,9	187,5	217,0	255,7	335,5	443,5	540,3	× 1000 dz
15. Unterschiede von t[1] gegen 217,0	—146,6	—130,1	—103,2	—85,4	—51,1	—29,5	0	+38,7	+118,5	+226,5	+323,3	× 1000 dz
16. Mögliche Jahresverarbeitung an Kalirohsalzen	21,1	26,1	34,1	39,5	49,8	56,8	65,1	76,7	100,1	133,1	162,1	Millionen dz
17. Werktägliche Abwassermenge	3,5	4,4	5,7	6,6	8,3	9,4	10,9	12,8	16,8	22,2	27,0	× 1000 cbm
18. Unterschiede der werktäglichen Abwassermengen gegen die Abwassermenge von 10,9 × 1000 cbm bei der gewöhnlichen Wasserführung	—7,4	—6,5	—5,2	—4,3	—2,6	—1,5	0	+1,9	+5,9	+11,3	+16,1	× 1000 cbm

28. Übersicht.

Förderung und Verarbeitung der Kaliwerke im Wesergebiet an Kalirohsalzen in den Jahren 1913, 1916 und 1917[1]).

Kaliwerke	Förderung		Verarbeitung		An der Gesamtverarbeitung waren beteiligt	
	Carnallit Mill. dz.	Hartsalz Mill. dz.	Carnallit Mill. dz.	Hartsalz Mill. dz.	Carnallit %	Hartsalz %
		1913.			1913	
Insgesamt	16,4	34,0	16,01	16,3		
Werke an der Werra	2,35	11,9	2,33	8,1	14,5	49,7
Werke an der Fulda	0,012	1,77	0,012	0,3	—	1,8
Werke an der mittleren Weser	—	—	—	—	—	—
Werke an der Leine und Aller	13,99	20,28	13,71	7,93	85,3	48,4
		1916.			1916	
Insgesamt	11,13	26,34	11,01	16,57		
Werke an der Werra	1,06	10,61	1,05	8,97	9,5	54,1
Werke an der Fulda	—	1,33	—	0,74	—	4,5
Werke an der mittleren Weser	—	0,34	—	—	—	—
Werke an der Leine und Aller	10,07	14,06	9,96	6,86	90,5	41,4
		1917.			1917	
Insgesamt	15,02	22,45	14,43	7,75		
Werke an der Werra	6,0	6,01	5,57	2,59	38,6	33,4
Werke an der Fulda	0,75	0,56	0,75	—	5,2	—
Werke an der mittleren Weser	—	0,29	—	—	—	—
Werke an der Leine und Aller	8,27	15,59	8,11	5,16	56,2	66,6

[1]) 1913 vergl. Tjaden, Kaliindustrie, S. 14—18; 1916 und 1917 nach Angaben der Verteilungsstelle für die Kaliindustrie.

29. Übersicht.

Zusammenstellung der zulässigen Höchstwerte für die Verarbeitung von Kalirohsalzen, die entsprechenden Abwässermengen, den Härte- und Chlorzusatz für die Zubringerflüsse der Weser bei der gewöhnlichen Wasserführung.

Flußlauf	Gewöhnliche Abflußmenge	Höchste zulässige Kalirohsalz-Verarbeitung			Höchste zulässige Abwässermenge		Höchster zulässiger Zusatz	
		im Jahr	am Werktag	am Kalendertag	am Werktag	am Kalendertag	Härte	Chlor
	cbm/sek.	Mill. dz	1000 dz	1000 dz	1000 cbm	1000 cbm	D. H.°	mg/l
Werra bei Hannov.-Münden	33	17,67	58,9	48,28	2,95	2,41	19,9	398
Fulda bei Hannov.-Münden	38	4,01	13,37	10,96	0,67	0,55	3,92	78,4
Mittlere Weser ohne Werra- und Fuldawasser	76	4,01	13,37	10,96	0,67	0,55	1,96	39,2
Weser oberhalb der Allermündung	147	25,69	85,64	70,2	4,29	3,51	6,5	130
Obere Aller bei Celle	20,6	11,14	37,14	30,44	1,86	1,52	20,1	402
Leine bei Bothmer	44	11,84	39,47	32,35	1,97	1,62	10,0	200
Untere Aller ohne Leinewasser	30,4	16,44	54,79	44,91	2,74	2,25	20,1	402
Aller an der Mündung	95	39,42	131,40	107,7	6,57	5,39	15,4	308
Weser bei Bremen	**242**	**65,11**	**217,04**	**177,9**	**10,86**	**8,90**	**10,0**	**200**

Übersicht 29a.

Berechnung der höchsten zulässigen Tagesverarbeitung von Kalirohsalzen und der entsprechenden Abwässermengen für die **Werra** bei Hannov.-Münden bei niedrigen und mittleren Wasserführungen.

Unterschreitungstage	< 1	60	120	180
Abflußmengen cbm/sek.	10	18	24	33
Natürliche Härte	17,2°	16,2°	15,2°	14,1°
Höchster zulässiger Härtezusatz	16,8°	17,8°	18,8°	19,9°
Höchste zulässige Gesamthärte	34,0°	34,0°	34,0°	34,0°
Höchste zulässige Verarbeitungsmenge am Kalendertag in 1000 dz	12,35	23,56	33,17	48,28
Desgleichen am Werktag in 1000 dz	15,07	28,74	40,47	58,9
Werktägliche Abwässermenge in 1000 cbm	0,75	1,44	2,02	2,95
Unterschiede gegen die Abwässermenge 2,95 in 1000 cbm	— 2,20	— 1,51	— 0,93	0

Übersichten 29b—29d.

Berechnung der höchsten zulässigen Tagesverarbeitung von Kalirohsalzen und der entsprechenden Abwässermengen für die obere Aller, die Leine, die untere Aller bei niedrigen und mittleren Wasserführungen.

Übersicht 29b. Obere Aller bei Celle.

Unterschreitungstage	< 1	60	120	180
Abflußmengen cbm/sek.	6	11,2	15,4	20,6
Natürliche Härte	11,8°	10,8°	10,2°	10,2°
Höchster zulässiger Härtezusatz	18,5°	19,5°	20,1°	20,1°
Höchste zulässige Gesamthärte	30,3°	30,3°	30,3°	30,3°
Höchste zulässige Verarbeitungsmenge am Kalendertag in 1000 dz	8,16	16,1	22,79	30,44
Desgleichen am Werktag in 1000 dz	9,96	19,64	27,80	37,14
Werktägliche Abwässermenge in 1000 cbm	0,5	0,98	1,39	1,86
Unterschiede gegen die Abwässermenge 1,86 in 1000 cbm	— 1,36	— 0,88	— 0,47	0

Übersicht 29c. Leine bei Bothmer.

Unterschreitungstage	< 1	60	120	180
Abflußmengen cbm/sek.	19	27	34	44
Natürliche Härte	18,5°	16,5°	15,5°	15,2°
Höchster zulässiger Härtezusatz	6,7°	8,7°	9,7°	10°
Höchste zulässige Gesamthärte	25,2°	25,2°	25,2°	25,2°
Höchste zulässige Verarbeitungsmenge am Kalendertag in 1000 dz	9,38	17,3	24,25	32,35
Desgleichen am Werktag in 1000 dz	11,44	21,11	29,59	39,47
Werktägliche Abwässermenge in 1000 cbm	0,57	1,06	1,48	1,97
Unterschiede gegen die Abwässermenge 1,97 in 1000 cbm	— 1,4	— 0,91	— 0,49	0

Übersicht 29d. Untere Aller (ohne Leinewasser).

Unterschreitungstage	< 1	60	120	180
Abflußmengen cbm/sek.	15	19,8	25,6	30,4
Natürliche Härte	10,5°	9,5°	8,5°	7,5°
Höchster zulässiger Härtezusatz	17,1°	18,1°	19,1°	20,1°
Höchste zulässige Gesamthärte	27,6°	27,6°	27,6°	27,6°
Höchste zulässige Verarbeitungsmenge am Kalendertag in 1000 dz	18,86	26,3	35,84	44,91
Desgleichen am Werktag in 1000 dz	23,0	32,1	43,7	54,79
Werktägliche Abwässermenge in 1000 cbm	1,15	1,6	2,19	2,74
Unterschiede gegen die Abwässermenge 2,74 in 1000 cbm	— 1,59	— 1,14	— 0,55	0

30. Übersicht.

Zusammenstellung der Werte für die natürliche Härte und den natürlichen Chlorgehalt, der entsprechenden höchsten zulässigen Zuwachswerte und der Gesamtwerte für Härte und Chlorgehalt der Zubringerflüsse der Weser bei der gewöhnlichen Wasserführung.

Flußlauf	Natürliche Werte		Höchste zulässige Zusatzwerte		Höchste zulässige Gesamtwerte	
	Härte D. H.°	Chlorgehalt mg/l	Härte D. H.°	Chlorgehalt mg/l	Härte D. H.°	Chlorgehalt mg/l
Werra bei Hannov.-Münden	14,1	73	19,9	398	34,0	471
Fulda bei Hannov.-Münden	6,6	20,8	3,9	78,4	10,5	99,2
Mittlere Weser ohne Werra- und Fuldawasser	9,5	36,6	2,0	39,2	11,5	75,8
Weser oberhalb der Allermündung	9,5	40,7	6,5	130	16,0	170,7
Obere Aller bei Celle	10,2	40,8	20,1	402	30,3	442,8
Leine bei Bothmer	15,2	63	10,0	200	25,2	263
Untere Aller ohne Leinewasser	7,5	30	20,1	402	27,6	432
Aller an der Mündung	11,1	45,3	15,4	308	26,5	353,3
Weser bei Bremen	10,0	50	10,0	200	20,0	250

31. Übersicht.

Zusammenstellung der Werte für die Gesamthärte und den Gesamtchlorgehalt,

die im Jahre 1913 sich durchschnittlich berechnen,

die sich aus der bisherigen höchsten Jahresverarbeitung an Kalirohsalzen berechnen,

die sich aus der höchsten zulässigen Jahresverarbeitung berechnen, für die Aller an der Mündung, für die Weser bei Dörverden und für die untere Weser bei mittlerer Wasserführung.

Flußgebiet	Gewöhnliche Abflußmenge cbm/sek.	Bisherige höchste Jahresverarbeitung Mill. dz.	Zulässige höchste Jahresverarbeitung Mill. dz	Im Durchschnitt des Jahres 1913 berechnete Werte für		Aus der bisherigen höchsten Jahresverarbeitung berechnete Werte für		Aus der höchsten zulässigen Jahresverarbeitung berechnete Werte für	
				Härte D. H.°	Chlorgehalt mg/l	Härte D. H.°	Chlorgehalt mg/l	Härte D. H.°	Chlorgehalt mg/l
Aller an der Mündung	95	21,64	39,42	17,9	183,5	19,6	215,3	26,5	353,3
Weser bei Dörverden	147	10,74[1])	25,69	14,6	150,6	12,63	97,3	16,0	170,7
Weser unterhalb der Allermündung	242	32,4	65,11	14,7[3])	135,3[3])	15,29[2])	149,8[2])	20,0	250

[1]) Auf S. 330 sind für die Werrawerke 10,43 Mill. dz und für die Fuldawerke statt 0,312 Mill. dz im Jahre 1913 0,75 Mill. dz im Jahre 1917 = zusammen 11,18 Mill. dz eingesetzt worden.

[2]) Den Anteil des Allerwassers am Weserwasser bei Bremen zu $^4/_{10}$, den des Weserwassers bei Dörverden zu $^6/_{10}$ gesetzt (vergl. S. 320), berechnen sich aus 19,6° Härte und 215,3 mg/l Chlor des Allerwassers und aus 12,63° Härte und 97,3 mg/l Chlor des Weserwassers bei Dörverden für das Weserwasser bei Bremen die Werte 15,4° für die Härte und 144,5 mg/l für den Chlorgehalt. Die Übereinstimmung zwischen den aus der bisherigen höchsten Jahresverarbeitung berechneten Werten für Härte und Chlorgehalt der Aller an der Mündung, der Weser bei Dörverden und der Weser bei Bremen ist also gut.

[3]) Unter den gleichen Voraussetzungen berechnen sich für das Weserwasser bei Bremen 15,9° Härte und 163,8 mg/l Chlor. Die Übereinstimmung ist zwar nicht gut, aber für den vorliegenden Zweck brauchbar.



Kleinere Mitteilungen aus den Laboratorien des Reichsgesundheitsamtes.

Hirn und Rückenmark der Schlachttiere als Nahrungsmittel.

Von

Technischem Rat A. Weitzel,
Ständigem Mitarbeiter im Reichsgesundheitsamte.

Bei der Beurteilung verschiedener Nahrungsmittel (hinsichtlich ihres Wertes für die menschliche Ernährung) wurden im physiologisch-pharmakologischen Laboratorium des Reichsgesundheitsamtes auch das Gehirn und Rückenmark der Schlachttiere, des Rindes, Schweines und Kalbes, in den Kreis der Untersuchungen einbezogen, um die Frage zu entscheiden, ob diese Organe weiterhin der allgemeinen Ernährung zuzuführen oder als besonders geartete Nahrungsmittel nicht vielmehr der Krankenernährung vorzubehalten seien. Auf Grund der Angaben der Fachliteratur ließ sich diese Frage nicht sicher beantworten. Die genannten Organe der drei Schlachttiere wurden dem Reichsgesundheitsamte durch die dankenswerte Vermittelung des Leiters der Reichsfleischstelle, Herrn Geheimen Regierungsrat Prof. Dr. von Ostertag, von der Schlachthofinspektion Berlin überwiesen.

Mit Rücksicht auf die zur Verfügung stehende Zeit wurde die Untersuchung auf die Ermittelung des Gehalts an Trockenrückstand, Stickstoff bezw. Stickstoffsubstanz, Fett und Asche beschränkt.

Die frischen Organe wurden sofort nach der Einlieferung gesäubert, von den Häuten befreit, durch zweimaliges Durchdrehen durch den Fleischwolf zerkleinert und gut durchgemischt in Glasstöpselflaschen bis zur Vornahme der Analysen auf Eis gelagert. Zur Herstellung der Durchschnittsproben standen vom Rind je 1 Rückenmark (212 g) und Gehirn (436 g), vom Schwein je 5 Rückenmarke (206 g) und Gehirne (517 g) und vom Kalb 4 Rückenmarke (300 g) und 3 Gehirne (700 g) zur Verfügung.

Hinsichtlich der angewendeten Arbeitsverfahren sei auf die Zusammenstellung[1]) der im physiologisch-pharmakologischen Laboratorium des Reichsgesundheitsamtes

[1]) A. Weitzel: Die bei Stoffwechselversuchen am Menschen und Tier zur chemischen Untersuchung der verabfolgten Nahrungsmittel und der Ausscheidungsprodukte angewendeten Verfahren. Arb. a. dem Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. XLIII, Heft 2, 1912, S. 304.



gebräuchlichen Arbeitsverfahren verwiesen und im einzelnen dazu noch folgendes bemerkt: Der Trockenrückstand wurde aus Durchschnittsproben nach dem Vermischen mit ausgeglühtem Quarzsand durch Trocknen bei 104° C bis zum konstanten Gewicht gewonnen, der Stickstoff nach Kjeldahl ermittelt und das Fett durch Extraktion mit Äther während 6 Stunden im Soxhletschen Apparat bestimmt[1]).

Die Untersuchungsergebnisse — Werte aus Doppelbestimmungen — sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

	Es wurden gefunden in 100 g des von den Häuten befreiten frischen					
	Rückenmarks vom			Gehirns vom		
	Rind g	Schwein g	Kalb g	Rind g	Schwein g	Kalb g
Wasser	64,00	67,36	70,63	75,77	78,49	80,71
Trockenrückstand	36,00	32,64	29,37	24,23	21,51	19,29
Stickstoff	1,50	1,32	1,39	1,67	1,62	1,50
Stickstoff-Substanz (eiweißartige Verbindungen)	9,38	8,22	8,68	10,44	10,10	9,34
In Äther lösliche Substanz (Fett)	**25,00**	**22,28**	**18,66**	**12,09**	**9,27**	**8,18**
Asche (Glührückstand)	1,87	1,86	1,74	1,44	1,34	1,33

Hiernach entspricht der Wassergehalt der Gehirnmasse etwa demjenigen des nicht fetten Muskelfleisches der Schlachttiere und der Fische. Beim Rückenmark ist der Trockenrückstand durchschnittlich um 10% höher, als beim Gehirn.

Hinsichtlich des Gehalts an Stickstoff bezw. Stickstoffsubstanz unterscheiden sich die beiden Organe der drei Tierarten wenig untereinander; der Stickstoffgehalt der beiden Organe macht etwa die Hälfte desjenigen des gewöhnlichen Schlachtfleisches aus.

Im Gehalt an ätherlöslicher Substanz (Fett) sind die beiden Organe sehr verschieden. Einem Fettgehalt von 8 bis 12% im Gehirn steht ein Fettgehalt von 19 bis 25% beim Rückenmark gegenüber. Dem höchsten, mittleren und niedrigsten Gehalt an Fett im Rückenmark entspricht der höchste, mittlere und niedrigste Fettgehalt im Hirn. Die höchsten Werte wurden bei den Organen des Rindes gefunden; es folgten die beim Schwein beobachteten Werte, die geringsten Werte wiesen die Organe des Kalbes auf.

[1]) Hierbei wurden, besonders bei dem Ausziehen des Rückenmarks, geringe Substanzmengen mechanisch durch die Extraktionshülse mit hindurchgerissen, die, um nicht zu hohe Fettwerte zu erhalten, vor dem Wägen des Fettextraktes entfernt werden mußten. Die Fettextrakte wurden deshalb nochmals in Äther gelöst, die Lösungen durch ein fest gestopftes Filter aus entfetteter Watte, auf das eine fingerdicke Schicht entwässertes, gepulvertes Natriumsulfat ausgebreitet war, filtriert und das Filter erschöpfend mit Äther ausgewaschen. Aus der ätherischen Lösung wurde der Äther abdestilliert, der Rückstand bei 104° getrocknet und zur Wägung gebracht. Auch in den auf diese Weise gereinigten Fettextrakten waren noch geringe Mengen Stickstoff enthalten, so daß in jedem Fall bei der Berechnung des Fettgehaltes diese Stickstoffmengen in Abzug gebracht werden mußten.

In früheren Untersuchungen im physiologisch-pharmakologischen Laboratorium des Gesundheitsamtes, die bisher nur auszugsweise[1]) veröffentlicht sind, ist auch das Hirn gesunder Rinder zinkhaltig gefunden worden; und zwar wurde der Gehalt zu 9,1 mg Zink (Zn) in 1 kg Gehirn festgestellt, der indessen vom gesundheitlichen Standpunkt als unbedenklich betrachtet werden kann, zumal da in anderen Geweben weit höhere Zinkgehalte gefunden worden sind.

In der Literatur haben nur wenige einschlägige Angaben über die Zusammensetzung dieser beiden tierischen Organe, die wegen ihres beträchtlichen Fett- und Eiweißgehaltes hochwertige Nahrungsmittel sind, aufgefunden werden können.

Nach den Nahrungsmitteltabellen von Schall und Heisler (1910, S. 11) enthält Kalbshirn: 8,8% Eiweiß, 8,2% Fett, Kohlehydrate 0, 81% Wasser; Schwenkenbecher (Nährmitteltabellen, 1914) gibt 9% Eiweiß, 8,6% Fett und 117 Calorien an. Nach Wiley, Foods and their adulteration 1911, S. 31, enthält Schweinerückenmark: 3,9% Eiweiß, 26,8% Fett, 1,5% Lecithin, 0,4% Asche und 65,7% Wasser. Die von Schall und Heisler für Kalbshirn angeführten Werte entsprechen den von mir gefundenen Zahlen; dagegen sind die von Wiley für Schweinerückenmark angegebenen Zahlen des Stickstoffgehalts erheblich niedriger und die des Fettgehaltes höher als die meinigen[2]).

Da Gehirn und Rückenmark Kohlehydrate nicht enthalten, sind sie als eiweiß- und fettreiche Nahrungsmittel besonders geeignet für Krankenernährung in Sonderfällen, wie bei Zuckerruhr (Diabetes mellitus); sie sollten dieser vorbehalten, nicht aber zu Wurst in Vermischung mit anderem Fleisch verarbeitet werden, worauf in den „Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes 1918", S. 204, bereits kurz hingewiesen ist.

Berlin, im Februar 1918.

Die sogenannten Palthé-Sennesblätter.

Von

Regierungsrat Dr. O. Anselmino und Geh. Regierungsrat Prof. Dr. E. Rost,
Mitgliedern des Reichsgesundheitsamts.

Zu Beginn des Jahres 1917 wurden unter der Bezeichnung „Palthé-Sennesblätter" aus der Schweiz größere Mengen einer Droge eingeführt, die sich als nicht mit den im Deutschen Arzneibuch beschriebenen, als Abführmittel gebrauchten Sennesblättern

[1]) A. Weitzel: Über das natürliche Vorkommen von Zink in Lebensmitteln und in den Ausscheidungen des Menschen. Zentralbl. für Physiol. Bd. 28, 1914, S. 766 und Med. Klinik 10. Jahrg., 1914, S. 1044.

[2]) Auf die von Bessau und Schmidt (Therapeut. Monatshefte 1910, S. 116) und von Hesse (Med. Klinik 1910, S. 623) für Harnsäure, Basenstickstoff ermittelten Werte im Hirn unserer Schlachttiere ist hier nur zu verweisen.

übereinstimmend erwies. Gilg[1]) glaubte zuerst feststellen zu können, daß die Droge von Cassia holosericea Fres. abstamme. Er war zu dieser auch von Eder[2]) übernommenen Ansicht durch Vergleichen mit einem blütenlosen Herbarexemplar gekommen, das bei einer Nachuntersuchung (Gilg, private Mitteilung) sich als eine andere Art erwies. Die sogenannten Palthé-Sennesblätter stammen vielmehr, wie schon Wasicky[3]) für die auch nach Österreich eingeführte Droge nachgewiesen hatte, von Cassia auriculata L. ab.

Es war aber weniger die andere Herkunft, weshalb die reine Droge gegenüber der des Deutschen Arzneibuchs, deren Stammpflanze Cassia angustifolia Vahl ist, aufgefallen war, als vielmehr das Ausbleiben der abführenden Wirkung, trotz einem angeblichen Emodingehalt. Der Gehalt an Emodin konnte durch die Anwendung der von der Pharmacopoea Helvetica IV bei Folium Sennae angegebenen abgeänderten Bornträgerschen Reaktion vorgetäuscht werden. Die Aufklärung des Chemismus dieser Reaktion hat sich Casparis[4]) vorbehalten. Es braucht deshalb an dieser Stelle nur mitgeteilt zu werden, daß bei Ausführung der Reaktion, wie sie von Bornträger seinerzeit angegeben wurde[5]), mit völliger Deutlichkeit der Nachweis von Oxymethylanthrachinon bei der echten Senna gelingt, daß er aber bei den Blättchen der Cassia auriculata nicht zu erbringen ist.

Wenn man nämlich den erkalteten Blätteraufguß mit Petroleumbenzin schüttelt, dem abgehobenen Benzin Ammoniakflüssigkeit zugibt und ein wenig erwärmt, so tritt bei der Prüfung der Sennesblätter des Arzneibuchs eine deutliche Rotfärbung auf, bei den Palthéblättern dagegen färbt sich die Ammoniakflüssigkeit nur gelblich.

Schon auf Grund der chemischen Untersuchung ist daher von den sog. Palthé-Sennesblättern keine abführende Wirkung zu erwarten. Diese Annahme wurde durch den folgenden pharmakologischen Versuch bestätigt.

Für die Prüfung der Palthéblätter auf Abführwirkung wurden in Anlehnung an Angaben Hans Meyers[6]) mit Fleisch gefütterte Tiere, und zwar Katzen, gewählt. Zur Verwendung kam ein nach den Vorschriften des Deutschen Arzneibuchs bereitetes 10%iges Infus, das mit der Schlundsonde in den Magen eingeführt wurde. Die den Katzen verabreichten Mengen wurden nach den Angaben von R. Magnus[7]) bemessen, die in allen Einzelheiten befolgt wurden; schon gelegentlich der Prüfung eines auf seine abführenden Wirkungen untersuchten Rizinusöls[8]) hatten sich

---

[1]) Pharmazeut. Zeitung, 1917, S. 91.

[2]) Schweiz. Apoth.-Ztg. 56, 50 [1918].

[3]) Zeitschr. des allgem. österr. Apotheker-Vereins 1916, Nr. 51, S. 409.

[4]) Schweiz. Apoth.-Zeitung 1917, S. 97 und 114.

[5]) Zeitschr. f. analyt. Chemie 19, S. 166 [1880].

[6]) Hans Meyer, Über Aloë. Arch. f. exp. Path. und Pharmakol. Bd. 28, 1891, S. 186.

[7]) R. Magnus, Der Einfluß des Sennainfuses auf die Verdauungsbewegungen. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie Bd. 122, 1908, S. 251.

[8]) Von einer auf ihre Wirksamkeit zu prüfenden Probe Rizinusöl, das in einigen unwesentlichen Punkten den Anforderungen des Deutschen Arzneibuchs nicht entsprach, wurden etwas weniger als 25 ccm, auf 1 kg Körpergewicht berechnet, Katzen in den nicht gefütterten Magen eingeführt. Eine 2460 g schwere Katze entleerte nach 60 ccm des Öles 20 und 72 Minuten später sowie in der darauf folgenden Nacht reichlichen, breiigen Kot (Hinterteil leicht beschmiert,

Magnus' Versuchsbedingungen[1]) bewährt; bei der Untersuchung der zum Vergleich herangezogenen Sennesblätter erwiesen sich seine Angaben als auch für den vorliegenden Fall zutreffend.

Die Versuchsanordnung wurde so gewählt, daß vier Katzen zunächst bei Fütterung mit fetthaltigem Rindfleisch beobachtet wurden, sodann wurde der Palthéblätter-Aufguß verabreicht; da dieser keine Wirkung zeigte, kam ein Infus der offizinellen Sennesblätter zur Anwendung. Zwei Tage später wurden die Palthéblätter nochmals, aber in teilweise erhöhten Gaben, eingeführt.

Als wirksame Dosis hatte **Magnus** 20 ccm eines 10%igen Infuses der offizinellen Sennesblätter festgestellt; diese Menge rief bei den von uns untersuchten Katzen, die mit Fleisch gefüttert waren, bis zu vier Darmentleerungen hervor, deren erste nach 2 bis 11 Stunden, im Durchschnitt nach $6^1/_2$ Stunden erfolgte; einzelne Tiere verhielten sich refraktär.

Die Einzelheiten des Versuchs sind aus der nachfolgenden Zusammenstellung ersichtlich.

Katze 1	Katze 2	Katze 3	Katze 4
Anfangsgew.: 2400 g	Anfangsgew.: 2380 g	Anfangsgew.: 1520 g	Anfangsgew.: 1970 g

11. 3. 1917 früh, die letzte Fütterung mit gemischtem Futter.

12. 3. 1917 früh $7^1/_2$ Uhr: gekochtes fetthaltiges Rindfleisch, das gierig gefressen wird.

13. 3. 1917 früh $7^1/_2$ Uhr: desgl.

14. 3. 1917 früh $7^1/_2$ Uhr: desgl.

I. Es werden in den Magen eingeführt von einem 10%igen Infus de **Palthéblätter:**

Katze 1	Katze 2	Katze 3	Katze 4
8^{55} 20 ccm Tagsüber: kein Kot Über Nacht: wenig, teils weicher, teils flüssiger Kot	9^{00} 20 ccm Tagsüber: kein Kot Über Nacht: kein Kot	9^{10} 20 ccm 9^{30} (20 Min. später) reichlicher Kot, fest, schwarz, grünglänzend. Sonst und über Nacht: kein Kot	9^{12} 20 ccm 9^{17} (5 Min. später) wenig Kot, fest, gedreht, schwarzgrün. Sonst und über Nacht: kein Kot

15. 3. 1917 früh $7^1/_2$ Uhr: gekochtes fetthaltiges Rindfleisch

Katze 1	Katze 2	Katze 3	Katze 4
Tier frißt wenig Gewicht: 2290 g	Tier frißt zwei Portionen Gewicht: 2390 g	Tier frißt wenig Gewicht: 1470 g	Tier frißt das vorgesetzte Fleisch auf. Gewicht: 1920 g

II. Es werden in den Magen eingeführt von einem 10%igen Infus der **offizinellen Sennesblätter:**

Katze 1	Katze 2	Katze 3	Katze 4
8^{10} 20 ccm 9^{30} (80 Min. später) weicher und flüssiger Kot	8^{12} 20 ccm 12^{30} (etwa 4 Stdn. später) fester und flüssiger Kot	8^{15} 20 ccm 10^{05} (110 Min. später) weicher und flüssiger Kot	8^{20} 20 ccm 12^{00} ($3^3/_4$ Stdn. später) fester und flüssiger Kot

---

Körpergewichtsverlust: 70 g); eine 1750 g schwere Katze entleerte nach 40 ccm Öl, 15, 22, 55 Minuten, $2^1/_2$ Stunden später und in der darauf folgenden Nacht dünnen Kot (Hinterteil stark verschmiert, Körpergewichtsabnahme: 160 g). Die untersuchte Probe wirkte demnach in den Mengen und den Zeiten, wie sie von **Magnus** für Rizinusöl angegeben worden sind.

[1]) R. **Magnus**, Der Einfluß des Rizinusöls auf die Verdauungsbewegungen. Pflügers Arch. Bd. 122, 1908. S. 261.

Die Käfige werden von diesem erstmaligen Kot befreit und gereinigt.

16. 3. In jedem der vier Käfige werden Lachen von Kot, der auch in die untergestellten Harngläser gelaufen ist, gefunden, so daß die beabsichtigte Vornahme der Emodinreaktion des Harns unterbleiben mußte.

Früh 7½ Uhr: gekochtes, fetthaltiges Rindfleisch

Gewicht: 2110 g Tier frißt nicht	Gewicht: 2350 g Tier frißt nicht	Gewicht: 1350 g Tier frißt nur wenig	Gewicht: 1820 g Tier frißt
17. 3. Über Nacht reichlicher gelber, dünner Kot. Tier krank, liegt zitternd im Käfig. Gewicht: 2040 g	Über Nacht ein Häufchen grünschwarzer Kot. Gewicht: 2250 g	Tier über Nacht gestorben. Gewicht: 1250 g (Lungenödem als Folge eines früher eingeatmeten Stoffes). Ersetzt durch Katze Nr. 5 Gewicht: 2270 g	Über Nacht kein Kot Gewicht: 1790 g

7½ Uhr: gekochtes, fetthaltiges Rindfleisch.

III. Es werden in den Magen eingeführt von einem 10%igen Infus der **Palthéblätter**:

9[35] 20 ccm Tagsüber kein Kot Tier im Laufe des Abends gestorben	9[33] 30 ccm Tagsüber und über Nacht kein Kot	9[40] 20 ccm Tagsüber und über Nacht kein Kot	9[50] 30 ccm Tagsüber und über Nacht kein Kot
19. 3. —	Gewicht: 2300 g	Gewicht: 2240 g	Gewicht: 1800 g
20. 3. Versuch beendet.			

Auf Grund des Ausbleibens der Reaktion auf Oxymethylanthrachinon und auf Grund der vorstehenden Versuche, die einwandfrei die Unwirksamkeit der Palthé-Sennesblätter als Abführmittel gezeigt haben, ist, zumal da auch nach Wasickys Mitteilung[1]) die Droge bei Erwachsenen selbst in Mengen von 10 g nicht abführend gewirkt hat, mehreren medizinischen und pharmazeutischen Zeitschriften vom Reichsgesundheitsamte folgende Warnung zugegangen:

„In der letzten Zeit sind größere Posten sogenannte Palthé-Sennesblätter nach Deutschland eingeführt worden. Diese unterscheiden sich äußerlich von den im Deutschen Arzneibuch beschriebenen Tinnevelly-Sennesblättern hauptsächlich dadurch, daß sie nicht wie die Tinnevellyblätter lanzettlich und am oberen Ende zugespitzt, sondern länglich eiförmig und an beiden Enden abgerundet sind. Sie wirken, wie durch Versuche einwandfrei festgestellt wurde, nicht abführend.

Das Kaiserliche Gesundheitsamt warnt deshalb davor, diese Palthé-Sennesblätter als Abführmittel zu verwenden. Wenn die echten Sennesblätter nicht mehr zur Verfügung stehen und ein der Senna ähnliches Abführmittel in Form von Tee oder eines anderen flüssigen Auszuges gewünscht wird, sei an die Verwendung der heimischen Faulbaumrinde, Cortex Frangulae, erinnert."

[1]) R. Wasicky, Folia Sennae „Palthé". Zeitschr. des allg. österreich. Apotheker-Vereins 1916, Nr. 51.

Selbst in neuerer Zeit werden noch Palthé-Sennesblätter im Anzeigenteil einer pharmazeutischen Zeitung[1]) angeboten, und nach Mitteilung von Kennern des Drogengroßhandels sollen etwa 60% der als Sennesblätter im Verkehr befindlichen Ware aus den unwirksamen Palthéblättern bestehen. Aus diesem Grunde erscheint die Mitteilung dieser Versuche geboten, um Ärzte- und Apothekerkreise nochmals auf die Unwirksamkeit der Palthéblätter hinzuweisen und eine sachgemäße Prüfung der eingekauften Sennesblätter in Apotheken nahezulegen; die Vorschriften des Deutschen Arzneibuchs gewährleisten eine von Palthéblättern freie wirksame Sennesdroge.

Berlin, im Januar 1918.

[1]) Apotheker-Zeitung Nr. 99, 1917.

Ende des 2. Heftes.
Abgeschlossen am 30. Januar 1919.

ARBEITEN

AUS DEM

REICHSGESUNDHEITSAMTE

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Reichsgesundheitsamtes)

EINUNDFÜNFZIGSTER BAND

DRITTES HEFT

MIT 1 TAFEL

BERLIN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER

1919

(Ausgegeben im August 1919)

Inhalts-Verzeichnis

Fortsetzung auf Seite 2.



Versuche mit dem Lobeckschen Biorisator.

Von

Dr. W. Wedemann,

Ständigem Mitarbeiter im Reichsgesundheitsamte.

Übersicht: 1. Besprechung des Prinzips des Apparates. 2. Beschreibung des Apparates. 3. Ausführung der Biorisation. 4. Methoden zur Prüfung der biorisierten Milch auf ihren Keimgehalt und ihre biologisch-chemische Beschaffenheit. 5. Besprechung der einschlägigen Literatur. 6. Eigene Versuche. 7. Zusammenfassung der gewonnenen Ergebnisse. 8. Anhang, Versuch an einem großen Biorisator.

Dem Reichsgesundheitsamt ist von der Gesellschaft für Molkereifortschritte G. m. b. H. in Leipzig eine Versuchsapparatur zu 12 l Stundenleistung des Biorisator genannten Milchentkeimers zur Verfügung gestellt worden. Die zahlreichen, sich mit der Prüfung des Biorisators beschäftigenden Arbeiten bestätigen im allgemeinen die von dem Erfinder gemachten Angaben. Es erschien erwünscht, auch im Gesundheitsamt eine Prüfung des Apparates vorzunehmen. Die Versuche wurden von Januar bis Mai 1914 in der Veterinärabteilung des Gesundheitsamtes ausgeführt. Leider verhinderte der Krieg die Fortsetzung der Versuche an dem Modell und die Vornahme von Versuchen an großen in Molkereien aufgestellten Biorisatoren (vergl. Anhang). Da hierzu voraussichtlich auch in nächster Zeit Gelegenheit noch nicht gegeben sein wird, sollen die bisher angestellten Versuche und die erhaltenen Ergebnisse mitgeteilt werden.

Prinzip des Apparates.

Das Prinzip des Apparates besteht darin, Milch unter Druck von etwa 3—4 Atmosphären mit Hilfe einer Düse in feinster Verteilung zu versprayen, in diesem Zustand auf etwa 75° kurze Zeit, ungefähr 15—20 Sekunden lang zu erhitzen und sofort wieder auf etwa 15° abzukühlen. Nach dieser Behandlung soll die Milch alle Eigenschaften und Reaktionen der Rohmilch behalten, d. h. Eiweißsubstanz, Fermente und Salze sollen unverändert sein; dagegen die vegetativen Bakterien, pathogene Keime, wie z. B. Cholera, Typhus, Enteritis, Coli com. usw. und Tuberkelbacillen sollen abgetötet, Sporenträger aber nicht vernichtet werden. Die so gewonnene Milch wird von dem Erfinder Dr. Lobeck als Enzyma- oder biorisierte Milch bezeichnet, der Apparat als Biorisator, weil die damit behandelte Milch trotz der Erhitzung auf etwa 75° ihren Rohcharakter beibehält.

Beschreibung der Apparatur.

Die dem Gesundheitsamte zur Verfügung gestellte Versuchsapparatur[1]) besteht aus der mit Elektromotor betriebenen Druckpumpe, dem Druck- bezw. Sammelgefäß zur Aufnahme der Milch, dem eigentlichen Biorisator und dem Dampfentwicklungsgefäß zur Beheizung des Biorisators.

Die Pumpe ist eine gewöhnliche Kompressionspumpe. Das Druck- oder Sammelgefäß dient zur Aufnahme der Milch. Es ist ein zylindrisches, etwa 10 l fassendes, eisernes, mit verschraubbarem Deckel versehenes Gefäß. Der Deckel trägt ein Einleitungsrohr für die komprimierte Luft, ein Ableitungsrohr für die Milch, das bis auf den Boden des Gefäßes reicht, einen Luftdruckregulierungshahn, ein Manometer und einen Einfülltrichter für Milch.

Der Biorisator besteht aus einem doppelwandigen zylindrischen Gefäß von etwa 35 cm Höhe und 24 cm Durchmesser. In dem Mantelraum befindet sich eine mit Öffnungen versehene Rohrleitung für den Heizdampf. Der innere nach unten glockenförmig auslaufende zylindrische Raum ist am Scheitel des glockenförmigen Endes doppelt durchbohrt zur Aufnahme der Düse zum Versprayen der Milch und des Ablaufrohres für die Milch. Der äußere und der innere Raum (Dampf- und Düsenraum) sind mit je einem mit zwei Tuben versehenen verschraubbaren Deckel verschlossen. Die Tuben dienen zur Aufnahme der Thermometer zum Messen der Temperatur im Düsenraum. Ein Thermometer ist im Dampfraum angebracht.

Der Düsenraum, in dem die Milch versprayt wird, ist gegen den Dampfraum dicht abgeschlossen.

Durch die Düse wird die Milch nebelfein verstäubt und zwar in Form eines Paraboloids oder Kegels. Die Milch wird der Düse durch eine mit einem Siebtopf versehene Rohrleitung vom Druckgefäß aus unter etwa 4 Atmosphären Überdruck zugeleitet. In diese Rohrleitung ist ein Dreiweghahn eingeschaltet, mit dessen Hilfe man die Leitung mit der Wasserleitung verbinden kann. Das Wasser wird benötigt zur Reinigung des Apparates und Einstellung der Temperatur.

Das aus dem Düsenraum mündende Ablaufrohr ist mit einem Kühler verbunden, der die erhitzte Milch auf ca. 15° C abkühlen soll. Vor dem Eintritt der Milch in den Kühler ist ein Thermometer angebracht, an welchem die Temperatur der biorisierten Milch abgelesen wird.

Der wesentlichste Teil der Apparatur ist der Biorisator (Entkeimer).

Bei der Handhabung des Apparates ist besonders darauf zu achten, daß die Verschraubungen der Düse, die aus technischen Gründen nicht aus einem Stück angefertigt ist, vollkommen dicht sind und auch während des Versuches dicht bleiben, da sonst von da aus eine Infektion der versprayten Milch stattfinden kann. Die Dichtungen werden deshalb vor und nach dem Versuch geprüft. Der von der Düse gelieferte Spray muß normal funktionieren, durch etwaige Verstopfungen der Düse wird zu wenig Milch versprayt, was ein Steigen der Temperatur und somit ein Überhitzen und eine Schädigung des Rohcharakters der Milch zur Folge hat. Einer Verstopfung der Düse wird nach Möglichkeit vorgebeugt, indem die zu behandelnde Milch durch ein Mulltuch geseiht wird und den oben erwähnten in die Rohrleitung eingeschalteten Siebtopf durchfließt.

Um das richtige Arbeiten der Düsen während des Versuches kontrollieren zu können, wird die in einer bestimmten Zeit durchgelaufene Milchmenge gemessen. Die Düsen sind geeicht, z. B. eine Düse hat bei 4 Atmosphären Druck eine Stundenleistung von 12 Liter, d. h. bei einem auf der Milch lastenden Überdruck von 4 Atmosphären werden durch die betreffende Düse in der Stunde 12 Liter Milch versprayt.

Zum Ablesen der Temperatur dienen zwei Thermometer im Düsenraum, das eine nahe dem Deckel des Zylinders, das andere tiefer ungefähr in die der Düse zunächst liegenden Teile des Milchsprays eintauchend, die von den beiden Thermometern angezeigte Temperatur differiert um einige Grade. Das untere, in die noch nicht genügend erwärmte Milch eintauchende Thermometer zeigt die niedrigere, das andere die höhere Temperatur an. Die Temperatur der ablaufenden Milch wird gemessen mit einem Thermometer, das vor dem Kühler angebracht ist. Die Temperatur der ablaufenden Milch ist maßgebend für die Biorisierung, da hier die Temperatur der Gesamtmenge

---

[1]) Abbildung einer Versuchsapparatur bei Schloßmann (4), eines großen Apparates bei Lorenzen (20).



der Milch gemessen wird, und nicht wie bei den beiden Thermometern im Düsenraum verschiedene Teile verschieden hoch erhitzter Milch.

Die Milch wird durch einen Glaskühler mit Leitungswasser, je nach der Temperatur des Kühlwassers auf 15—18° C abgekühlt und in sterilen Gefäßen aufgefangen, bei der Art der Einrichtung des Kühlers ist eine nachträgliche Infektion durch Einfallen von Keimen nicht ausgeschlossen.

Ausführung eines Versuches.

Zur Ausführung eines Versuches heizt man zunächst den Wasserbehälter für die Dampferzeugung an und erhitzt mit dem entwickelten Dampf den Düsenraum, in dem Leitungswasser versprayt wird. Man bringt vorteilhaft die Temperatur des ablaufenden Wassers auf etwa 95° und läßt dieses den Düsenraum und den Kühler (Kühlwasser abgestellt) durchspülen, um Keime, die beim Zusammensetzen eingedrungen sind, nach Möglichkeit abzutöten. Unterdessen wird die zu biorisierende Milch in das Druckgefäß gefüllt, mit Hilfe der Druckpumpe der gewünschte Druck eingestellt, der durch Regulierung während der Dauer des Versuches mit geringen Schwankungen innegehalten werden kann. Nach genügender Durchspülung des Düsenraumes und des Kühlers (Entnahme einer Wasserprobe zur bakteriologischen Prüfung) drosselt man den Dampf und bringt die Temperatur des ablaufenden Wassers auf eine Temperatur, die 8—10° höher liegt als die Temperatur, bei der man die Milch biorisieren will. Ist dies erreicht, so schaltet man auf Milch um und stellt durch Regulierung des Dampfes die gewünschte Temperatur — z. B. 75° — ein. Dies gelingt meist leicht, und die Temperatur hält sich bei normalem Verlauf innerhalb von 1—2° konstant. Ist alle Milch durchgedrückt, so spült man mit Wasser nach, nimmt den Apparat zur weiteren Reinigung auseinander und prüft die Düse auf ihre Dichtigkeit (s. o.). Zu beachten ist, daß die Temperatur nicht unter die beabsichtigte fällt, denn durch Einhaltung niederer Temperaturen ist die Keimvernichtung schwächer; es tritt eine Infektion der Apparatur ein und der Versuch ist alsdann nicht verwertbar. Eingetretenenfalls schaltet man die Milch aus und leitet einige Zeit lang Wasser von 95—98° durch den Apparat, um ihn wieder zu entkeimen. (Kontrolle durch Entnahme einer Wasserprobe).

Im oberen Teil und am Deckel des Düsenraumes setzt sich immer geronnene Milch ab, die durch die anfänglich hohe Temperatur (vergl. oben) bedingt ist. Es werden im Verlauf des Versuches Teile davon losgespült und gelangen in die Milch.

Die Behandlung der Milch in dem Biorisator nach Lobeck — etwa 20 Sekunden langes Erhitzen der Milch in fein verteiltem Zustande auf etwa 75° und schnelles Abkühlen auf etwa 15° C — soll:

1. ohne Veränderung des Rohcharakters der Milch vor sich gehen und
2. eine Entkeimung bis zu einem gewissen Grade — Vernichtung der vegetativen Bakterienarten — bewirken.

Es mögen deshalb zunächst die Untersuchungs-Methoden eine Besprechung finden, die eine Prüfung ermöglichen, ob der Rohcharakter der Milch eine Veränderung bei der genannten Behandlung erfährt.

Der Rohcharakter der Milch kennzeichnet sich durch die unveränderte Erhaltung der Fermente, durch den unveränderten Gehalt und die unveränderte Beschaffenheit der Eiweißsubstanzen, des Fettes und der Salze der Milch. Der Zustand ist abgesehen von Veränderungen, die durch Bakterien oder durch Zusätze von Konservierungsmitteln usw. hervorgerufen werden, abhängig von der Höhe und der Dauer der Temperatur, der die Milch ausgesetzt wird. Zur Bestimmung der durch die Biorisation der Milch auftretenden Veränderungen wurde das Verhalten der Fermente und der Eiweißsubstanz nach und vor der Behandlung im Biorisator gewählt. Die Veränderung der Milchsalze wurde als zu weitführend nicht berücksichtigt. Das Erhaltensein der Fermente läßt sich durch bekannte Reaktionen feststellen.

Die Veränderungen, die Milch bei erhöhter Temperatur infolge der teilweisen oder vollständigen Koagulation des hitzegerinnungsfähigen Eiweißes in ihrer Zusammensetzung erleidet, lassen sich erkennen durch Bestimmung der Lichtbrechung der Seren der Milch, die nach einer einheitlichen Methode hergestellt sind. Für die Untersuchung wurde die von Pfyl und Turnau (1 a) angegebene Methode zur Herstellung von Milchseren mit Tetrachlorkohlenstoff und Essigsäure verwendet. Die beiden Autoren benützten zur Untersuchung von Milch die Seren, die aus roher Milch und aus 20′ lang im Wasserbad unter Rückfluß erhitzt gewesener Milch gewonnen waren. Diese unterscheiden sich durch den Gehalt an durch Hitze gerinnbarem Eiweiß (Albumin und Globulin). Diese Differenz findet ihren Ausdruck in der Lichtbrechung. Das Serum roher Milch zeigt mit dem Zeißschen Eintauchrefraktometer gemessen im Vergleich zu dem Serum derselben 20′ im kochenden Wasserbad erhitzt gewesenen Milch einen Refraktometergrad, der 1,5—3,0° höher liegt. Und zwar entspricht eine Differenz der Lichtbrechung von einem Refraktometergrad durchschnittlich einer Differenz von 0,0329 g Stickstoff in 100 ccm Milch. Ist nun eine Milchprobe, deren Refraktometergrade für das Rohserum und das Serum aus derselben erhitzt gewesenen Milch bekannt sind, kurze Zeit auf eine Temperatur von etwa 65—80° erhitzt worden, bei der nicht das gesamte gerinnungsfähige Eiweiß verändert ist, so wird der Refraktometergrad dieses Serums zwischen denen des Serums aus roher und 20′ lang erhitzt gewesener Milch liegen und zugleich läßt sich aus der Differenz der Refraktometergrade des Serums der rohen und der auf etwa 65—80° erhitzten Milch erkennen, wieviel Eiweißsubstanz geronnen ist.

Außerdem lassen sich die drei Seren noch zu einer weiteren Prüfung verwenden. Pfyl und Turnau beobachteten nämlich, daß die Seren einer größeren Anzahl von Milchproben, die auf Temperaturen von über 65° aber unter 80° erhitzt waren, in ein auf 65° vorgewärmtes Wasserbad gebracht, eine Fällung nicht mehr gaben. Je nach der Dauer und der Temperatur des vorangegangenen Erhitzens der Milch erhalten sie im Serum gleichartig behandelter Milch bei 70° oder im siedenden Wasserbad oder über freier Flamme eine auch in der Kälte unlösliche Fällung oder Trübung. Diese beruhen auf dem Gehalt der betreffenden Seren an Eiweißsubstanzen, die bei den vorher eingehaltenen Temperaturen nicht geronnen waren.

Mit Hilfe der oben genannten Prüfungen — Bestimmung der Lichtbrechung des Serums der rohen, der unter 100° erhitzten biorisierten und der 20′ lang im kochenden

Wasserbad erhitzten Milch und des Verhaltens der drei Seren beim Erwärmen — läßt sich mit Sicherheit entscheiden, ob Milch, die wie z. B. bei der Biorisation kurze Zeit auf 75° erhitzt worden ist, Veränderungen in ihrem natürlichem Charakter erlitten hat, die bedingt sind durch eine Gerinnung der Eiweißsubstanz.

Die beiden Verfahren lassen sich ohne Bedenken zur Prüfung der biorisierten Milch heranziehen, da die erforderlichen Bedingungen, wie z. B. Vermeidung einer Änderung der Konzentration durch Verdunstung oder Wässerung, erfüllbar sind, wie der Versuch zeigt:

Refraktometergrade der Tetraseren I der		
rohen unbehandelten Milch	bei 3,5 Atm Druck und 17° im Biorisator behandelten Milch	bei 3,5 Atm Druck und 75° im Biorisator behandelten Milch
43,35	43,3	42,8
	43,3	42,8

Bei der Entnahme der zu untersuchenden Proben verfährt man in der Weise, daß man die ersten Anteile der biorisierten Milch, die bei der vorschriftsmäßigen Handhabung des Biorisators mit Wasser verdünnt und außerdem zu hoch erhitzt sind, verwirft.

In der zur Verfügung stehenden Literatur wird zuerst von Th. Heryng (1) ein im Prinzip dem Lobeckschen ähnlicher Apparat, der Milch auch unter Abtötung von Tuberkelbacillen, aber unter Erhaltung der Eiweißstoffe, der Enzyme usw. entkeimt, beschrieben. Heryng versprayt Milch mit Hilfe eines Dampfstrahles in einem auf 75—80° erwärmten Glasgefäß und kühlt die versprayte wasserhaltige Milch sofort wieder ab. Die Befunde an diesem Apparat sind von Ficker[1]) am hygienischen Institut in Berlin und Serkowski[1]) und Zarakowsky[1]) in Warschau an Typhus-, Cholera-, Pyocyaneus- und Tuberkelbacillen bestätigt worden.

Michalowsky (2) prüfte den von Heryng angegebenen von der Firma Hugershoff in Moskau angefertigten Apparat nach. Er erhielt wenig befriedigende Ergebnisse bei der bakteriologischen Prüfung, worauf die Mängel zurückzuführen sind, läßt der Verfasser unentschieden.

Weitere Mitteilungen über diese Ausführung des Apparates konnten in der Literatur nicht gefunden werden.

Aus den Angaben von Löhnis (7, 8) geht hervor, daß Lobeck sich unabhängig von Heryng als Erfinder des Apparates, mit dessen Hilfe die Herstellung einwandfreier Trinkmilch möglich ist, bezeichnet. Lobeck (3) hat zuerst auf der Naturforscherversammlung in Münster 1912 (Oktober) einen Vortrag, der in der Deutsch. medizin. Wochenschrift abgedruckt ist, gehalten. Die Apparatur, das Verfahren und die Wirkungsweise sowie die Ergebnisse sind dort mitgeteilt. Der Apparat ermöglicht eine kurzdauernde Erhitzung der fein versprayten Milch auf etwa 75° und sofortige Abkühlung auf etwa 15° C. Eine eingehende Beschreibung des Apparates findet sich an anderer Stelle (s. o.). Lobeck nimmt an, daß durch die plötzliche, kurz dauernde, etwa 15 Sekunden lange Erhitzung der Milch in fein verteiltem Zustand, die Mikroorganismen als Lebewesen vernichtet werden, dagegen die durch Hitze bewirkten Veränderungen der Milch nicht stattfinden können. Die nach seinem Verfahren behandelte Milch zeigt noch alle Eigenschaften und Reaktionen der Rohmilch. Weder die Farbe, noch der Geruch und Geschmack sind verändert, letzterer ist im Gegenteil durch gleichzeitige Beseitigung unangenehmer Stallgase eher verbessert worden. Eiweißkörper, Fermente, Antitoxine und Salze sind unverändert erhalten, was für die Säuglingsernährung von großer Bedeutung ist. Die geprüften, pathogenen Keime, wie Cholera-, Typhus-, Gärtner-, Pyocyaneus-, Coli-, Dysenterie-, Fluoresc. liquef.- und Tuberkelbacillen, Chrenotrix- und Streptotrix-Arten, werden vernichtet. Der Hitzewirkung widerstanden

[1]) Originale nicht zugängig.

Heusporen und einige besonders resistente Keime (im Original nicht genannt), die indessen ohne Bedeutung sind, da sie den Organismus ohne Schädigung passieren. Die Haltbarkeit der Milch ist um 100% im Vergleich zur rohen Milch verlängert. Nach Verlauf von 5—12 Tagen tritt indessen Gerinnung ein, die vom Verfasser hauptsächlich auf Fermentwirkung zurückgeführt wird. Der Geschmack ist zumeist nur wenig oder gar nicht verändert. Je einwandfreier die Milch ermolken und je weniger Heusporen vorhanden sind, um so größer ist die Haltbarkeit. Aus den Angaben Lobecks ergibt sich, daß das Verfahren keine absolute Sterilisation auch unter Vernichtung der Sporen, wohl aber eine Unschädlichmachung der vegetativen Formen der in Milch möglicherweise vorkommenden pathogenen Mikroorganismen unter Erhaltung des Rohzustandes der Milch gewährleistet. Nach Lobecks Angaben hat Hofmann im hygienischen Institut in Leipzig das Verfahren eingehend nachgeprüft unter Bestätigung der Lobeckschen Befunde. Eine Mitteilung von Hofmann selbst ist nicht erschienen. In einer Anzahl weiterer Mitteilungen in Fachzeitschriften weist Lobeck auf sein neues Verfahren hin. Ebenso tritt Meurer (8a) in einer Reihe von Abhandlungen für das zusammen mit Lobeck ausgearbeitete Verfahren ein. Alle diese Abhandlungen teils polemischen Inhalts bringen für die Beurteilung des Verfahrens nichts wesentlich Neues.

Schloßmann (4) in Düsseldorf arbeitete mit einem von Lobeck zur Verfügung gestellten kleinen Apparat von 12 l Stundenleistung und verwandte zur Prüfung seiner Wirkungsweise auf Bakterien auch in einem Falle bovine Tuberkelbacillen, die der Milch künstlich zugefügt worden waren, er fand, daß diese selbst bei einer Temperatur von 73° C abgetötet wurden und die Milch dabei alle Eigenschaften, die für Rohmilch charakteristisch sind, beibehielt. Die biologisch chemischen Prüfungen erstreckten sich nur auf das Verhalten des Schardingerschen Reagenzes bei 51—52°, auf die Storchsche, die Guajakol-, die Rothenfußersche- und die Benzidinprobe. Der Eintritt dieser Reaktionen war kaum oder nicht verzögert. Ein Beweis dafür, daß die Behandlung der Milch im Biorisator fast ohne Einfluß auf den Rohcharakter der Milch geblieben ist. Die Laktalbuminprobe war positiv[1]. Schloßmann steht nicht an, eine im Lobeckschen Apparat behandelte Milch als keimfrei gemachte Rohmilch zu bezeichnen und im Handel zuzulassen. Das Ideal einer Milch ist allerdings damit noch nicht erreicht, da die einmal hineingeratenen zwar abgetöteten Keime und ihre Zersetzungsprodukte in der Milch enthalten sind.

W. Freund (5) prüfte auf Veranlassung der Vereinigung der städtischen Milchgroßbetriebe Deutschlands einen in Düsseldorf aufgestellten großen Biorisator zu 1000 l und einen in Leipzig zu 250 l Stundenleistung. Die bakteriologischen Untersuchungen erstreckten sich bloß auf die normalerweise in Milch vorkommenden Mikroorganismen. Er kommt für Milch, die beim normalen Arbeitsgang im Großbetrieb bei 72—76° biorisiert wird, zu dem Ergebnis, daß Färbung und Aussehen, die einer normalen Rohmilch sind, Geruch und Geschmack rein und normal rohmilchartig, Stall- oder Kochgeschmack nicht vorhanden sind. Die Aufrahmfähigkeit ist die normaler Milch. Die originären Milchenzyme, die Peroxydasen, sind unverändert geblieben, während die durch Bakterienwirkung erzeugten Enzyme Katalase und Reduktase abgeschwächt sind. Die Labfähigkeit der Milch ist zeitlich etwas verzögert, sonst jedoch in vollem Umfang erhalten. Ausscheidung von Milcheiweiß („Gerinnsel") wurde nicht beobachtet. Die vegetativen Formen der Bakterien sind abgetötet, nur vereinzelte resistente Sporen der Erd- und Heubakterien werden nicht vernichtet. Die Haltbarkeit biorisierter Milch übertrifft die pasteurisierter und roher Milch bedeutend. Freund kommt auf Grund seiner Befunde zu dem Schluß, daß das Biorisatorverfahren den derzeitigen besten Entkeimungsverfahren, der Dauerpasteurisation und Flaschenpasteurisation gegenüber einen Fortschritt darstellt und den Meiereien zur Einführung empfohlen werden kann.

Klunker (6) stellte im hygienischen Institut in Jena umfangreiche Versuche mit einer kleinen Apparatur von 12 l Stundenleistung an und untersuchte Milchproben, die in großen Biorisatoren in Leipzig (250 l), Chemnitz und Düsseldorf (1000 l) behandelt worden waren. Klunker kommt auf Grund seiner Versuche zu folgendem Urteil über den Biorisator. Die gesamte Apparatur ist leicht zu bedienen, läßt sich mühelos auseinandernehmen, reinigen und desinfizieren. Der tägliche anfängliche Milchverlust ist ein minimaler. Die biorisierte Milch ist in Farbe und Aussehen, Geruch und Geschmack bester Rohmilch gleich; Stalluft, sonstige Nebengerüche und

[1]) Über die Dauer der Haltbarkeit macht Schloßmann keine Angaben.

Kochgeschmack fehlen. Die Aufrahmbarkeit ist gegenüber Rohmilch etwas vermindert, der Unterschied ist jedoch bei den für praktische Verhältnisse in Betracht kommenden Temperaturen von 73 und 75° so gering, daß er den Konsumenten, besonders der Hausfrau, nicht auffallen wird. Nach Ansicht des Verfassers liefert nur die bei 63° halbstündig erhitzte Milch ähnliche Resultate; keine auf andere Art pasteurisierte Milch kommt in dieser Beziehung der Enzyma-Milch gleich. Die originären Enzyme (Oxydasen) der natürlichen Milch werden durch die Biorisation nicht beeinflußt, die Milcheiweiße erleiden keine Veränderung. Dagegen ist die Labung zeitlich verlangsamt, jedoch nicht abgeschwächt. Die neue Methode bewirkt eine derartige Keimarmut, daß sich die Haltbarkeit der Milch ganz bedeutend — um über 100% — erhöht. Da außerdem — wenigstens bei der Erhitzung auf 73—75° — mit Sicherheit Milchsäurebildner am Leben bleiben, so ist nicht zu befürchten, daß die Milch während des Vertriebes durch Überhandnehmen von Sporen erzeugenden Bacillen genußuntauglich gemacht wird. Bekanntlich bietet hochpasteurisierte Milch die Möglichkeit einer solchen Schädigung. Die Enzymamilch wird demnach als Säuglingsnahrung mit frischer sauber gewonnener Rohmilch konkurrieren können. Krankheitserreger, wie Typhus-, Paratyphus-, Ruhr-, Cholera-, Diphtheriebacillen werden durch Biorisierung absolut sicher getötet. Bezüglich der Tuberkulosekeime kann der Verfasser ein definitives Urteil noch nicht abgeben, die bisherigen Versuche scheinen sehr günstig zu verlaufen. Alles in allem stellt also das neue Verfahren einen wesentlichen Fortschritt in der Gewinnung einer hygienisch einwandfreien Milch dar und wird mit hoher Wahrscheinlichkeit für die Volksernährung eine große Bedeutung erlangen. Auch die Milchproben aus Leipzig, Chemnitz und Düsseldorf waren fast keimfrei und enthielten nur in einigen Fällen Colikeime. Dieser Befund ist aber auf die Verwendung ungenügend gereinigter Flaschen zurückzuführen; denn die Proben aus Molkereien, die sterile Flaschen zum Einfüllen verwendet hatten, waren stets frei von Colikeimen.

Löhnis (7) kommt bei einer Untersuchung Leipziger Enzymamilch, die durch die Behandlung im Biorisator gewonnen worden war, zu einem ungünstigen Urteil, das aber eine Erklärung in der Verwendung unsauberer Flaschen findet. Löhnis gibt dies auch zu. Eine zwischen Löhnis einerseits und Lobeck und Meurer anderseits sich entspinnende Polemik hat für die vorliegende Arbeit kein Interesse.

Die Versuche Ulrichs (9), die an einer kleinen Versuchsapparatur angestellt wurden, erstreckten sich auf zwei Jahre und wurden mit dem verschiedensten Material, das bei der Nahrungsmittelkontrolle im Fürstentum Lippe entnommen wurde, angestellt. Außer diesen Handelsproben wurden auch Versuche mit Milch, der pathogene Keime wie Typhus-, Fluorescens-, Coli- und Streptotrixkeime zugesetzt worden waren, angestellt. Bei den eingehaltenen Temperaturen von 74—76° gelang es mit Sicherheit, die Milch von die Gesundheit schädigenden Keimen zu befreien und die Keimzahl ganz wesentlich herabzusetzen. Auf Grund der Reaktionen nach Rothenfußer, Storch, Schardinger, der Guajakol-, Benzidin- und Methylenblauprobe läßt sich die biorisierte Milch nicht von Rohmilch unterscheiden. Der Geruch, Geschmack, das Aussehen und die Aufrahmbarkeit erfahren keine Veränderung, die Haltbarkeit ist um das Doppelte verlängert. Die eintretende Gerinnung bezüglich Säuerung ist die gleiche wie bei gewöhnlicher Rohmilch. Die Temperatur von 74—76° muß eingehalten werden, da sonst die Milch in ihrer Beschaffenheit verändert oder eine völlige Abtötung der Bakterien nicht erreicht wird.

Weigmann (10) stellte seine Versuche an einem in der Versuchs- und Lehrmolkerei in Kiel aufgestellten Apparat zu 250 l Stundenleistung an, ohne Verwendung von Krankheitserregern, die dem Verfasser auch auf Grund der Mitteilung von Klunker überflüssig erscheinen. Aus fünf Versuchen mit etwa je 300—400 l Milch zieht der Verfasser folgende Schlußfolgerungen, ohne damit ein abschließendes Urteil geben zu wollen. Der Keimgehalt der Milch bei einer Erhitzung im Biorisator auf 75° war in allen Fällen wesentlich vermindert und dementsprechend die Haltbarkeit erhöht, die Milch hielt sich etwa $2^1/_2$ Tage unverändert, die Rohmilch nur einen Tag. Die danach eintretende Gerinnung war in allen Fällen eine Säuregerinnung, die allerdings nicht immer ganz rein war. Sie scheint auf die Schwächung der Lebens- und Säuerungskraft der Milchsäurebildner zurückzuführen zu sein. Die Enzyme, Oxydase und Superoxydase und die Reaktion nach Schardinger (diese nur einmal angestellt), bleiben unverändert oder werden nur ganz unwesentlich geschwächt. Die Bakterienenzyme, Reduktase (Methylenblau) sowie Katalase dagegen werden erheblich geschwächt. Die Labfähigkeit wird in geringem Grade vermindert, welchen Einfluß diese geringe Veränderung auf die Käsebereitung hat, bleibt noch unentschieden. Die Aufrahmbarkeit der biorisierten Milch hat kaum gelitten; sie scheint in den ersten Stunden

beschleunigt. Nach 24 Stunden ist die Rahmschicht der biorisierten Milch schmäler und dichter. Eine Ausscheidung von Albumin findet nicht statt. Der Rohmilchcharakter ist in der biorisierten Milch soweit erhalten geblieben, daß sie als Verkaufsmilch in ihrem Werte nicht beeinträchtigt ist. Die mitgeteilten Befunde beziehen sich aber nur auf eine Temperatur von 75° C., Schwankungen der Temperatur bedingen andere Ergebnisse für die Haltbarkeit, die Erhaltung des Rohmilchcharakters und die Keimvernichtung.

Wolff (10a) bespricht zusammenfassend die Versuche Weigmanns, die mit dem Biorisator Degermator und der Dauerpasteurisierung von Milch in Flaschen gemacht worden sind. Diese drei Verfahren ergeben bezüglich des Rohcharakters, der keimvernichtenden Wirkung und der Haltbarkeit gleiche Resultate.

Schmitz (11) stellte Versuche an einer kleinen Versuchsapparatur an mit kleinen Mengen Milch (2 l) bei einer Temperatur von 75°. Die Milch bewahrt in fast vollkommener Weise ihren Rohcharakter. Der Geschmack und Geruch, die Guajak-, Benzidin- und Paraphenylendiaminreaktion waren unverändert. Die Schardingersche Reaktion war um einige Minuten verzögert. Das genuine Eiweiß durch Gerinnung nicht verändert. Die Labfähigkeit nur um ein geringes verzögert. Der Säuregrad war etwas niedriger. Die Haltbarkeit der biorisierten Milch war verlängert, sie säuerte aber nicht normal wie die rohe Milch, sondern verfiel der Peptonisierung. Die bakterizide Kraft mit Choleravibrionen, der antitoxische Titer mit Diphtherietoxin geprüft, war bei der biorisierten Milch nicht verändert. Die gewöhnlichen Milchkeime wurden bis auf die Sporenbildner vernichtet. Der Milch zugesetzte Coli-, Paratyphusbacillen, Staphylokokken und bovine Tuberkelbacillen wurden bei der Biorisierung bei 75°, letztere auch bei 70 und 73° vernichtet. Um der Peptonisierung der Milch vorzubeugen, schlägt Schmitz vor, sie durch Einsaat von Milchsäurebildnern oder durch Zusammenwirken der Biorisation mit dem Perhydraseverfahren von Much und Römer brauchbar zu machen. Für die kräftig bakterienvernichtende Wirkung der Biorisation spricht auch die Abtötung von Bakterienaufschwemmungen, z. B. bei der Herstellung von Choleraimpfstoff.

Jensen (12) stellte Versuche an einer größeren Apparatur an mit Kopenhagener Eismilch, Magermilch und Vollmilch, ohne die Milch künstlich zu infizieren und findet als günstigste Temperatur zur Vornahme der Biorisierung 75°. Neben dem Biorisator wendet Jensen zum Vergleich seinen Hauswirtschaftspasteurisierungsapparat an, der die Milch etwa ½ Stunde lang zwischen 63° und 70° erwärmt. Bei beiden Verfahren sind die biologisch chemischen Veränderungen der Milch gemessen an der Storchschen Reaktion, dem Säuregrad nach Soxleth-Henkel, der Gerinnungszeit nach Schaffer, dem Gehalt an gelöstem Albumin und dem Geschmack äußerst gering. Die bei 75° biorisierte Milch enthält dieselbe Menge Albumin in Lösung, wie die Milch, die nach Jensens Methode pasteurisiert ist, sie ist besser im Geschmack und hat dem Säuregrad nach etwas Kohlensäure verloren. Die Rahmabscheidung ist nicht merklich verändert. Die Haltbarkeit ist über Erwarten gut, was durch die Keimzahl, die in beiden Fällen ganz bedeutend herabgesetzt ist, bedingt ist. Bei 75° biorisierte Milch hielt sich bei 10° und 20° 24 Stunden länger als die pasteurisierte Milch. Die biorisierten Milchproben geronnen vorzugsweise durch Säurewirkung. Jensen fand auch widerstandsfähige Kokken in der biorisierten Milch. Die Säuerung wird durch den Gehalt an lebensfähigen Milchsäurebakterien bedingt, die imstande sind, die nicht abgetöteten Heubazillen bezüglich Sporen bei der Aufbewahrung zu überwuchern. Erwähnenswert sind die Beobachtungen Jensens, die er mit der Haltbarkeit höher biorisierter Milch gemacht hat, diese hielt sich nämlich weniger lange. Er erklärt diese Erscheinung durch die weniger feine Verstäubung der Milch, die durch die bei höherer Temperatur eintretende Ausfällung des Albumins bedingt ist. Durch die Flockenbildung verklumpen die Bakterien. Beim Keimzählen wird jedes Bakterienklümpchen nur als eine Kolonie gezählt, während ein solches Klümpchen in fein verteiltem Zustande viele Kolonien ergeben würde. Tatsächlich enthält die höher biorisierte Milch mehr lebensfähige Keime, da die Albumingerinnsel die Keime vor der Abtötung schützen. Zusammenfassend äußert sich Jensen dahin, daß das Biorisieren der Milch bei 75° über Erwarten gut auf die Haltbarkeit der Milch wirkt und das Zerstäubungsprinzip eine gute Idee ist.

Nevermann (14) empfiehlt den Lobeckschen Biorisator auf Grund der Angaben Lobecks und Freunds und verspricht sich, falls die Angaben zutreffend sind, große Vorteile für die Landwirtschaft und die Molkereien. Das Verfahren würde sich gut eignen zur Herstellung von Butter, Yogurth, Kefir, Käse usw., da die betreffenden Reinkulturen besser zur Geltung kommen

können. Neue Aussichten eröffnen sich für die Aufzucht von Vieh, Übertragungen von Krankheiten (Tuberkulose, Maul- und Klauenseuche) durch die Magermilch würden sich gut ausschließen lassen. Die Milch würde so gut wie rohe Milch vertragen werden. Er hält deshalb eine Prüfung des Biorisators von amtlicher Stelle für dringend geboten.

Hering (15) empfiehlt das Lobecksche Verfahren auf Grund der Versuche Lobecks. Er weist auf die große Bedeutung hin, die dem Verfahren für die Milchhygiene, die Tuberkulosetilgung, die Minderung der Kindersterblichkeit, die Aufzucht des Jungviehs mit biologisch aktiver Milch (Enzymamilch), wie er die mit dem Biorisator gewonnene Milch bezeichnet, zukommt, und fordert mit Rücksicht darauf die Einführung des Lobeckschen Biorisators mit allen Kräften zu fördern.

Binder (16) berichtet über die Vorführung eines kleinen Biorisators durch Meurer im botanischen Institut in Leipzig, die vor Ärzten, Tierärzten und Milchproduzenten abgehalten wurde. Er bestätigt die bisherigen von anderen Forschern gemachten Angaben bezüglich des Rohcharakters der biorisierten Milch und der keimvernichtenden Wirkung des Biorisators. Er weist auf die Unmöglichkeit der Unterscheidung von biorisierter und roher Milch und die möglicherweise hohen Kosten der Behandlung der Milch hin. Wegen der Unmöglichkeit der Kontrolle, ob eine Milch biorisiert ist oder nicht, und der sich daraus ergebenden Schwierigkeiten bei der Ausführung der gesetzlichen Bestimmungen bei Seuchengefahr (z. B. Maul- und Klauenseuche), sowie des Bezweifelns der großen Vorteile der Verwendung biorisierter Milch (Enzymamilch) erscheint Binder eine gewisse Zurückhaltung der neuen Erfindung gegenüber gerechtfertigt.

Liepe (17) empfiehlt das Lobecksche Verfahren auf Grund der darüber erschienenen Veröffentlichungen und bespricht die Wirkungsweise des Biorisators, die er auch wie verschiedene andere Forscher auf den plötzlichen Temperaturwechsel zurückführt.

Rehfeld (18) empfiehlt auf Grund der Versuche anderer Forscher die Milch der Biorisation zu unterwerfen. Die Milch wird nach der Behandlung mit diesem Verfahren hygienisch einwandfrei, mindestens um 100% haltbarer und kann ohne Bedenken unabgekocht getrunken werden. Das Verfahren verteuert die Milch nur unwesentlich.

Tiemann (19) beurteilt auf Grund der Arbeiten anderer Forscher den Lobeckschen Apparat günstig, glaubt aber, daß er für die Praxis nicht in Betracht komme.

Pritzker (13) bespricht das Lobecksche Verfahren an der Hand der von anderer Seite gemachten Erfahrungen günstig und erwähnt, daß Gruber in München und das Kgl. Gesundheitsamt in Dresden gute Resultate mit dem Biorisator erzielt haben; die betreffenden Gutachten sind hier im Original nicht zugängig gewesen.

Lorentzens (20) Mitteilungen beziehen sich auf Erfahrungen, die er an einer größeren Biorisatoranlage zu 1000 l Stundenleistung in Düsseldorf gemacht hat. Die bakteriologischen und biologisch-chemischen Befunde wurden von Meurer angestellt, während über die Haltbarkeit der Milch und die Eignung des Biorisators für die Praxis von ihm berichtet wird. Milch, die von einer Reihe von Produzenten stammte und oft schon hart an der Grenze des Gerinnens war, wurde in bedeutend größerem Maße entkeimt als durch die Pasteurisierung bei 85°, auch war die Haltbarkeit eine längere. Auf Grund seiner eigenen Erfahrungen glaubt er, daß der Biorisator in den einzelnen Zweigen der Milchverwertung und Milchverarbeitung große Umwälzungen hervorrufen wird.

Kooper (21) untersuchte mehrere Hunderte frisch eingelieferte und bei 74—75° unter praktischen Verhältnissen biorisierte Milchproben auf Säuregrad, Katalase- und Reduktasewirkung. Die Untersuchung auf den Säuregrad der rohen und biorisierten Milchproben ergab, daß letztere einen etwas geringeren Säuregrad hatte und die Zunahme der Säuerung bei der biorisierten Milch langsamer vor sich ging. Nach 48 Stunden langem Aufbewahren hatten die biorisierten Milchproben keinen üblen Geschmack oder Geruch. Einzelne Proben, die sauer waren, zeigten keinen anormalen Geschmack, während von den Rohmilchproben $^1/_3$ geronnen waren. Jedenfalls ergab die Prüfung auf Säuerung unter der den praktischen Verhältnissen angepaßten Aufbewahrung ein recht günstiges Bild für die biorisierte Milch. Die Prüfung auf Katalase ergab, daß im Vergleich zur rohen Milch die Menge des erhaltenen Sauerstoffs ziemlich gering, aber immerhin noch deutlich nachweisbar war; pasteurisierte Milch zersetzte Wasserstoffsuperoxyd überhaupt nicht. Nach Ablauf von 24 Stunden hatte die Sauerstoffmenge der biorisierten, aber auch der rohen, Milch sich nur wenig verändert. Verfasser schließt daraus, daß der originäre Anteil

an Katalase in der biorisierten Milch noch zum Teil erhalten sei. Da diese sehr empfindlich ist, zieht er den weiteren Schluß, daß die Biorisierung eine äußerst schonende Behandlung der Milch zum Zwecke der Sterilisierung darstellt. Die Schardingersche F. M.-Reaktion wurde durch die Biorisierung ziemlich stark beeinflußt, es trat eine wesentliche Verzögerung der Reduktion ein, d. h. das die Reaktion auslösende Ferment ist durch die Biorisierung geschwächt worden. Sein Urteil faßt er dahin zusammen, daß die Biorisierung einen äußerst günstigen Einfluß auf die Milch besitzt.

Burri und Thaysen (22) arbeiteten mit einem kleinen Versuchsapparat mit rohen Milchproben des dem Laboratorium angegliederten Gutshofes und unterwarfen die Milch zum Vergleich der schonenden Dauerpasteurisation 30 Minuten lang bei 63° C und der kräftigen Pasteurisierung 30 Minuten lang bei 70°. Sie bestätigen in Übereinstimmung mit den Befunden von anderer Seite, daß das Biorisieren der Milch anscheinend für hygienische wie technische Zwecke eine genügende Einschränkung des Keimgehaltes erzielt, ohne daß dabei der Rohmilchcharakter wesentlich geschädigt wird. Dasselbe Resultat kann aber auch durch eine rationelle Pasteurisierung der Milch erzielt werden. Erwähnenswert ist, daß in den biorisierten und pasteurisierten Proben Milchsäurebakterien immer, sowie in der Milch ursprünglich vorhandene Bact. coli bei 70° und einmal auch bei 75° Biorisiertemperatur erhalten geblieben waren. Pathogene Keime wurden nicht verwendet. Die Schardingersche Reaktion ist bei der biorisierten im Vergleich zur rohen Milch verzögert. Die Wirkung der Biorisation bei 75° und der schonenden Pasteurisierung bei 63° ist gleichartig, wenn man den Verlauf der Schardingersche Reaktion als Vergleichsmaßstab für die biologische Änderung der Milch annimmt. Ihre Erfahrungen stimmen mit den von verschiedener Seite berichteten günstigen Urteilen über biorisierte Milch überein. Sie unterlassen jedoch nicht, darauf hinzuweisen, daß durch rationelle Pasteurisierung, die bis jetzt zu wenig berücksichtigt worden ist, das gleiche Ziel erreicht werden kann.

Patzschke (23) biorisierte im hyg. Institut in Leipzig Milch (Mengen und Herkunft nicht angegeben) bei 75° mit einem kleinen Biorisator und verwendete zur Infektion der Milch Bact. coli comm. und Milchsäurestreptokokken. Er fand, daß die Fermente der Milch keine wesentliche Änderung erleiden, geprüft an dem Schardingerschen Ferment und der Oxydase mit Rothenfußerschem Reagenz. Der Geschmack der biorisierten Milch unterscheidet sich ganz unwesentlich von dem der Rohmilch. Die Beschaffenheit der biorisierten Milch bei Kellertemperatur 13—15° C war bis nach 48 Stunden unverändert, nach 72 Stunden machte sich ganz geringe Geschmacksveränderung bemerkbar, nach 96 Stunden war die Milch bitter, kratzig und ungenießbar. Bei Zimmertemperatur trat diese Veränderung meist schon nach 48 Stunden ein. Diesen Erscheinungen ging er nach und fand bei der bakteriologischen Prüfung eine Erklärung. Die rohe Milch enthält außer Streptokokken, Heubasillen und coliähnlichen Stämmen noch Oidium lact., Sarcinen, Mikrokokken und andere Mikroorganismen, während die biorisierte Milch fast nur Streptokokken und Heubacillen, aber Colibacillen nicht aufwies. Diese Streptokokken, die zum Streptoc. lacticus Kruse zu rechnen sind, verhalten sich etwas anders als die gewöhnlichen Milchsäurestreptokokken. Durch einschlägige Versuche konnte Patzschke nachweisen, daß die in der biorisierten Mich noch enthaltenen Streptokokken einem hitzebeständigen Typus angehören, der der Biorisiertemperatur widersteht. Er vermag nur bei einer Temperatur von 37° sich reichlich zu vermehren, sein Gerinnungsoptimum liegt sogar bei 44° C. In der biorisierten, bei Zimmertemperatur oder überhaupt Temperaturen, die unter 37° liegen, aufbewahrten Milch ist der Streptokokkus zur Untätigkeit verdammt, da er kein Wachstum zeigt und so die Heubacillen und etwa andere noch lebensfähige Keime sich ungehindert entwickeln können. Die Milch wird dadurch oft ungenießbar, ehe eine Gerinnung eingetreten ist. Um dem Verderben der Milch vorzubeugen, empfiehlt Patzschke die biorisierte Milch 6 Stunden lang bei 44° zu belassen, eine derartig vorbehandelte Milch hielt sich bei Kellertemperatur in der Tat länger, nämlich anstatt bis nach 48 Stunden schmeckte sie noch nach 96 Stunden wie frische Milch, während die bei Zimmertemperatur aufbewahrte gleichartig behandelte biorisierte Milch, anstatt nach 48 Stunden verändert zu sein, noch über 48 Stunden hinaus angenehm schmeckte. Die Abtötung der Bakterien im Biorisator wird nach seinen Versuchen nur durch die Hitzewirkung verursacht. Durch entsprechende Wasserbadversuche stellte Patzschke fest, daß pathogene Krankheitserreger, deren Widerstandsfähigkeit gegen Hitze geprüft wurde, bei 75° C einschließlich der Tuberkelbacillen und Colibacillen fast augenblicklich getötet werden. Dagegen verlangt der in jeder Milch vorhandene Streptococcus lacticus thermophilus, der, wie erwähnt, von Patzschke

näher untersucht wurde, bei 75° drei Minuten langes Erhitzen, selbst 10 Sekunden langes Erhitzen bei 85° übersteht er, weshalb ihm durch die Biorisation nicht beizukommen ist. Das zusammenfassende Urteil Patzschkes über den Biorisator lautet günstig, da er auch die bisher von anderer Seite gemachten Erfahrungen bestätigen konnte.

Strecker, Vieth, Weigmann und Martiny (24) unterzogen im Auftrag der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft zwei Biorisatoranlagen mit der Stundenleistung 250 und 1000 Liter in Kiel und Chemnitz einer Prüfung. Die Anlage in Kiel mit 250 Liter Stundenleistung war nur vorübergehend in der dortigen Lehrmolkerei zu Versuchszwecken aufgestellt, während die Anlage in der Genossenschaftsmolkerei zu Chemnitz zu 1000 Liter seit dem 1. Januar 1913 bis Frühjahr 1916, dem Zeitpunkt der Prüfung, dauernd im Betrieb gewesen war. Auf Grund der Arbeiten anderer hier auch genannter Untersucher und der in der Literatur nicht veröffentlichten Gutachten verschiedener Behörden und hygienischer Institute entnehmen die Verfasser folgende Wirkungen des Biorisierverfahrens. Alle in Betracht kommenden in frischer Milch enthaltenen Krankheitskeime werden vernichtet; erhalten bleiben nur einzelne widerstandsfähige Stämme von Säurebakterien und die Sporen von Erd- und Heubakterien. Alle nicht völlig abgetöteten Keime werden in ihrer Entwicklungsfähigkeit derartig abgeschwächt, daß sie erst nach 1—3 Tagen auszuwachsen beginnen. Demgemäß ist die Haltbarkeit der Milch verlängert. Die Eigenschaften der Rohmilch werden nicht, oder nur wenig verändert, insbesondere bleiben die Enzyme der Milch erhalten; wird das Eiweiß der Milch nicht, oder doch nur in ganz unerheblicher Menge ausgeschieden; wird die Aufrahmfähigkeit der Milch nur wenig unterdrückt; wird die Labbarkeit der Milch wohl verlangsamt, aber nicht aufgehoben; und wird der Säuregrad der Milch, vermutlich durch Austreiben von Kohlensäure, nur wenig vermindert. Der Milch anhaftender Stallgeschmack wird beseitigt und bei Abkühlung der Milch mittels Kühlers wird Schaumbildung verhütet.

Das Endurteil der Verfasser geht dahin, die Erfindung Milch zu entkeimen, ohne ihre Verwendbarkeit als Trinkmilch oder für Molkereizwecke in irgendwie beträchtlichem Maß zu stören, bildet einen verheißungsvollen Abschnitt in der Geschichte der Milchbehandlung. Das vorgeschriebene Verfahren ist umsichtig durchdacht, und die zu seiner Ausübung geschaffenen Gerätschaften sind in der vorgeführten Form zweckmäßig, fördersam und Handarbeit sparend eingerichtet. Demgemäß durfte der Biorisator nicht nur als neu und beachtenswert anerkannt, sondern auch durch Verleihung der großen silbernen Preismünze belobigt werden. Dieses günstige Urteil über den Biorisator verdient besondere Beachtung, da die genannten Autoren umfassende Erfahrung auf dem Gebiete der Milchbehandlung besitzen.

Müller (25) arbeitete nicht selbst mit dem Biorisator, sondern untersuchte nur 26 mit diesem Apparat behandelte Milchproben, er kommt, abgesehen von einigen wohl nachträglich in die biorisierte Milch gelangten Verunreinigungen (Benutzung unsauberer Flaschen), zu einem günstigen Ergebnis und kann die auch von anderer Seite erhaltenen Ergebnisse über die Wirksamkeit und den Einfluß des Biorisierens auf die bakteriologische und biologische Beschaffenheit der Milch bestätigen.

Die sonst noch erschienenen Arbeiten über den Biorisator stützen sich nicht auf eigene Untersuchungen, sondern besprechen den Lobeckschen Biorisator auf Grund der anderen Arbeiten günstig (s. Literaturangaben).

Aus den oben angeführten Arbeiten geht hervor, daß das Lobecksche Verfahren den gleichen Anforderungen, die an die Pasteurisierung gestellt werden, entspricht, und außerdem die biorisierte Milch ihren Rohcharakter nicht oder nur ganz unwesentlich eingebüßt hat, von pathogenen Keimen, selbst Tuberkelbacillen, wie von allen Untersuchern bestätigt wird, mit Sicherheit befreit ist und besseren Geschmack und längere Haltbarkeit besitzt, Eigenschaften, die für die Säuglingsernährung und die Aufzucht von Jungvieh von großer Bedeutung sein können.

Aus der angeführten Literatur sind verschiedene Beobachtungen erwähnungswert und beanspruchen für die hier ausgeführten Versuche Interesse.

Auf das bakteriologische Verhalten beim Aufbewahren und somit auf die wichtige Frage der Dauer der Haltbarkeit der biorisierten Milch, die im wesentlichen von der Gegenwart lebensfähiger, die Milch normal säuernder, Milchbildner abhängig ist,

geht Patzschke zum ersten Male näher ein. Klunker spricht von einigen Kokkenarten, die dem typischen Milchsäurebildner angehören, Schmitz beobachtet, daß die biorisierte Milch nicht normal säuert, und schlägt deshalb vor, die Milch nachträglich mit Milchsäurebildner zu versetzen oder nach Römer und Much mit Wasserstoffsuperoxyd zu behandeln. Weigmann spricht von einer Säuregerinnung, die allerdings nicht immer rein ist, während Klunker, Jensen, Koöper, Ulrich und Burri und Thaysen der biorisierten Milch das Vermögen der normalen Säuregerinnung zuschreiben. Auch bei den hier angestellten Versuchen wurde beobachtet, daß Milchsäurebildner, wenn auch in verminderter Zahl oder abgeschwächt, am Leben blieben. Bei der Aufbewahrung der biorisierten Milch konnte in einigen Fällen reine Säuregerinnung festgestellt werden. Aus den verschiedenen erwähnten Arbeiten scheint hervorzugehen, daß auch die Herkunft und Behandlungsart der Milch vor der Biorisierung nicht ohne Einfluß ist; denn bei den Versuchen mit großen Mengen Milch und auch an großen Apparaten zeigt die biorisierte Milch fast ausschließlich Säuregerinnung. Es ist anzunehmen, daß die großen Mengen Milch in rohem Zustand, z. B. bei den Versuchen von Burri und Thaysen, Weigmann usw., und somit ohne vorherige Beeinträchtigung ihres Bakteriengehaltes also auch der Milchsäurebildner biorisiert worden sind, während bei den Laboratoriumsversuchen möglicherweise Milch verwendet worden ist, die vorher schon pasteurisiert gewesen ist und somit eine Schädigung bezüglich Vernichtung der Milchsäurebildner erlitten hat. Die nachfolgende Biorisierung hat diese noch weiter vermindert oder in ihrer Virulenz beeinträchtigt, so daß sie schließlich nicht mehr fähig sind, beim Aufbewahren der biorisierten Milch eine Säuregerinnung bei gewöhnlicher Temperatur zu bewirken, die Milch verfällt der Einwirkung der in ihr enthaltenen nicht abgetöteten, auch bei gewöhnlicher Temperatur wachsenden Sporenbildner. Die dadurch hervorgerufene Veränderung der Milch kennzeichnet sich nicht ohne weiteres, da die Milch meist flüssig bleibt. Infolge der peptolytischen Zersetzung nimmt sie nach kurzer Zeit einen unangenehmen Geruch und Geschmack an, sie wird genußuntauglich.

Diese unangenehme, allerdings auch nur von einem Teil der Untersucher beobachtete bezüglich erwähnte Eigenschaft der biorisierten Milch spielt insofern keine große Rolle, da die biorisierte Milch nach allen Angaben sich sicher 48 Stunden lang in genußfähigem Zustand hält und sie für die beabsichtigten Zwecke schon vor Ablauf dieses Zeitpunktes verbraucht sein dürfte, nötigenfalls könnte biorisierte Milch entsprechend gekennzeichnet werden. Die biorisierte Milch teilt in dieser Beziehung das Schicksal der pasteurisierten Milch, die auch nur eine beschränkte Zeit genußtauglich bleibt.

Über den Einfluß der Biorisierung der Milch auf die Eiweißgerinnung kommen die Bearbeiter, soweit sie auf diesen Punkt eingehen, fast zu dem gleichen Resultat, nämlich daß eine Schädigung durch Gerinnung nicht eingetreten ist. Nur Jensen stellte fest, daß ein Teil des Albumins ebenso wie bei seiner Pasteurisierungsmethode — $^1/_2$ Stunde langes Erwärmen der Milch in einem besonderen Gefäß auf 65—70° — bei der Biorisierung bei 75° gerinnt und zwar in beiden Fällen etwa 2%.

Die Schädigung der Fermente ist nur geringgradig. Die Oxydasen sind unverändert erhalten oder kaum merklich beeinflußt. Die Reduktase und die Katalase

sind geschwächt. Die Verlabung der biorisierten Milch tritt etwas verzögert ein, auch scheint die Verkäsung der biorisierten Milch etwas ungünstig beeinflußt. Die Käsesubstanz soll weicher sein, als die aus roher Milch gewonnene.

Die Beobachtung über die Menge und die Zeitdauer der Rahmabscheidung sind verschieden, teils wird eine schnellere Abscheidung, eine dichtere Rahmschicht usw. angegeben.

Nach Jensen, Weigmann und Burri und Thaysen (22a), die letzteren haben ihr Augenmerk besonders auf die Rahmabscheidung erwärmt gewesener Milch gerichtet, scheint diese von geringen Temperaturunterschieden abhängig und das Rahmabsetzungsvermögen eine der Eigenschaften der Milch zu sein, die beim Erwärmen am schnellsten verändert wird. Wie weit die kurzdauernde Erwärmung im Biorisator die Aufrahmung beeinflußt, wie von Burri und Thaysen bei verschieden hoch pasteurisierter Milch festgestellt worden ist, ist aus der Mitteilung nicht ersichtlich.

Der Geruch und Geschmack der biorisierten Milch wird fast ausschließlich als gut, rohmilchartig oder sogar besser als Rohmilch, die den typischen Rohmilchgeruch und -geschmack hat, bezeichnet.

Die bakterienvernichtende Wirkung der Biorisierung ist eine vollkommen ausreichende; denn die in Milch möglicherweise vorkommenden pathogenen Keime, selbst die als widerstandsfähigsten bekannten vegetativen pathogenen Tuberkelbacillen (Typ. hum. und Typ. bov.), werden restlos abgetötet. Nur die sporenbildenden Keime, wie z. B. Heubacillen, werden nicht vernichtet und von den vegetativen Formen die Milchsäurebildner nicht immer, oder nur in mehr oder weniger geringem Maße geschwächt. Je weniger diese in Mitleidenschaft gezogen sind, um so vorteilhafter ist dies für die normale Säuerung der biorisierten Milch und somit ihrer Brauchbarkeit, Genußfähigkeit und Unschädlichkeit, wie oben bei der Besprechung der Haltbarkeit erörtert worden ist.

Nach der allgemeinen Ansicht ist der Gehalt der Milch an Heubacillen bezüglich Dauerformen anderer Keime ohne Belang, da diese den Organismus ohne Schädigung passieren.

Eigene Versuche.

Im folgenden werden die hier angestellten Versuche unter Berücksichtigung der bakteriologischen Befunde besprochen. Die biologisch-chemischen Beobachtungen und die Ergebnisse der mit Hilfe der Tetraseren untersuchten Milchproben sind in den Tabellen I (S. 440 ff.) und II (S. 446 ff.) aufgezeichnet, sie werden am Schluß zusammenfassend erörtert, da sie wesentliche Unterschiede nicht ergeben haben. Bei mehreren Versuchen war wegen der Art der Infektion die Ausführung nur von einzelnen Reaktionen möglich, diese sind bei den jeweiligen Versuchen angefügt.

Die für die Versuche verwendete Milch wurde in rohem Zustand bezogen, sie gab auch, wie aus den Aufzeichnungen in der Tabelle II hervorgeht, die für rohe Milch charakteristischen Reaktionen ausnahmslos. Bei der bakteriologischen Untersuchung wurde im allgemeinen in je 10 ccm Agar oder Gelatine $^1/_{10}$ und $^1/_{100}$ ccm mit Kochsalzlösung verdünnter Milch gegeben und Platten gegossen. Die Drigalski- und Malachitgrünplatten wurden mit je $^1/_{100}$ ccm Material beimpft und zum Teil mit

einem Glasspatel auf zwei weitere Platten übertragen. Die Keimzahlen beziehen sich im allgemeinen auf 1 ccm Milch, teilweise sind bloß die auf den Platten angegangenen Kolonien gezählt worden. Von der Verwendung anderer das Wachstum von Milchbakterien fördernden Nährböden, wie z. B. Molkenagar usw. wurde abgesehen, da bei den Versuchen hauptsächlich die relative Keimzahl maßgebend war und der Hauptwert auf das Verhalten der pathogenen Keime gelegt wurde. Für die Infektion der Milch wurden 24 Stunden alte Schrägagarkulturen der betreffenden pathogenen Keime mit Kochsalzlösung abgeschwemmt und der Milch nach Filtrieren durch eine dünne Watteschicht, um zu grobe Partikel auszuschließen, zugesetzt, und zwar wurden als widerstandsfähig bekannte Keime benützt, dagegen von der Verwendung weniger widerstandsfähiger Keime abgesehen.

Für die künstliche Infektion der Milch mit Tuberkelbacillen wurden auf Bouillon gewachsenen Kulturen abgehoben, zwischen Filtrierpapier getrocknet und in einer Reibschale mit Kochsalzlösung verrieben. Die Verreibungen enthielten nicht nur einzeln liegende Keime, sondern auch noch verklumpte Bacillen, sie wurden in großen Mengen der Milch zugesetzt, um möglichst ungünstige Bedingungen zu schaffen. Es waren in den meisten Fällen soviel Keime zugesetzt, daß nach dem Vermischen mit Milch in dem nach Ziehl gefärbten Ausstrich aus einer Öse nicht zentrifugierter Milch mit Sicherheit Tuberkelbacillen zu beobachten waren, also Verhältnisse geschaffen, wie sie in der Praxis nicht vorzukommen pflegen. Die natürlich infizierten Milchproben verschiedener eutertuberkulöser Kühe enthielten in jedem Fall soviel Tuberkelbacillen, daß in 30 ccm $^1/_2$ Stunde lang zentrifugierter Milch im Ausstrich aus einer oder mehreren Ösen mindestens immer mehrere Tuberkelbacillen zu beobachten waren. Zur Verimpfung der Milchproben an Meerschweinchen wurden aus der jeweilig gut durchgemischten Milch 30 ccm entnommen, $^1/_2$ Stunde lang zentrifugiert und je 2 ccm des Rahmbodensatzgemenges subcutan verimpft.

Der erste Versuch scheidet für die Beurteilung des Biorisators aus, da er wegen eines technischen Mangels des Apparates nicht ordnungsgemäß verlief.

Versuch II. 12. 1. 14.

Zu diesem Versuch wurden 9 Liter Milch verwendet. Dem Versuch, der ordnungsgemäß verlief, wohnte als Vertreter der Firma Dr. Meurer bei. Die Milch war mit Kochsalzaufschwemmungen 24 Stunden alter Agarkulturen von Staphyloc. pyog. aureus, mit einer Mucosus-Art und Bacillus enteritidis (Kiel) infiziert. Sieben verschiedene Proben wurden in sterilen je einen Liter fassenden Erlenmeyerkolben aufgefangen und zwar:

II	bei	76°	und	3,5	Atm.	Druck
III	„	74—73°	„	3,5	„	„
IV	„	76—73°	„	3,5	„	„
V	„	76°	„	3,5	„	„
VI	„	74°	„	3,5	„	„
VII	„	74,5°	„	3,5	„	„
VIII	„	76°	„	3,5	„	„

Ein Liter Milch brauchte zum Durchströmen des Biorisators etwa 5—6 Minuten.

Bakteriologische Prüfung.

Zur Diagnose wurden gewöhnliche Agar- und Malachitgrünplatten verwendet. Die mit der rohen infizierten Milch beimpften Platten waren nach 24 Stunden üppig bewachsen, die eingesäten Keime konnten wieder isoliert werden. Die mit den biorisierten Milchproben angelegten Platten waren nach 24 Stunden steril, nach 48 Stunden waren auf den mit 0,1 ccm Milch beimpften Platten zahlreiche kleine Kolonien verschiedener Art angegangen, während die mit 0,01 ccm Milch besäten Platten noch steril waren, nach 72 Stunden waren auch auf diesen einzelne Keime angegangen, während die Malachitgrünplatten dauernd steril blieben. Die eingesäten Keime konnten nicht wieder isoliert werden. In zwei Fällen konnten Kettenkokken gezüchtet werden, die in ziemlich großer Zahl auf den Platten vorhanden waren. Sterile Milch wurde von diesen Kokken binnen 24 Stunden bei 37° zur Gerinnung gebracht. Diese als Milchsäurestreptokokken anzusprechenden Keime waren auch in der Ausgangsmilch nachweisbar. Außerdem wurden große gelbe Kokken gezüchtet, die aber mit den eingesäten Staphylokokken nicht identisch waren, und verschiedene plumpe Kurzstäbchen, die sich als Sporenbildner erwiesen, auch diese Arten Keime waren in der Ausgangsmilch beobachtet worden.

Die Temperatur, die bei der Biorisierung der etwa 7 Liter betragenden Milchmenge zwischen 73—76° schwankte, genügte, die eingesäten pathogenen Keime abzutöten und die Zahl der in der Milch ursprünglich enthaltenen Keime ganz bedeutend zu vermindern; denn die mit roher nicht infizierter Milch beimpften Platten, die im ccm etwa 3 Millionen Keime enthielt, zeigten nach der Biorisierung nur noch 8—9000 Keime verschiedener Art.

Aus der Gärprobe bei 37° geht hervor, daß die biorisierte Milch noch Säurebildner enthält, die aber abgeschwächt sind. Bei Zimmertemperatur vermögen die Säurebildner sich nicht zu vermehren, denn die Milch bleibt längere Zeit noch flüssig und der Säuregrad ändert sich kaum.

Versuch III. 3. 4. 14.

Zu diesem Versuch wurden 10 l rohe, nicht künstlich infizierte Milch aus einer Molkerei verwendet, da mit der Milch eine Kostprobe angestellt werden sollte. Der mit der Düse 4 Atmosphären Druck 12 l Stundenleistung versehene Apparat arbeitete ordnungsgemäß. Die Stundenleistung wurde nicht ganz erreicht, da die Pumpe nicht den entsprechenden Druck lieferte, die Durchlaufsgeschwindigkeit betrug nur etwa 10 l, die Milch lief also langsamer durch den Apparat.

Die Temperatur hielt sich innerhalb 2° konstant und zwar zwischen 74,5—76,5°.

Die einzelnen Milchproben wurden in sterilen Erlenmeyerkolben aufgefangen. Die Proben zur bakteriologischen Prüfung wurden vor der Anstellung der Kostproben entnommen.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, ist die biorisierte Milch bedeutend keimärmer. Nach 24 Stunden sind die Platten, die mit 0,01 ccm Milch beimpft sind, noch steril, auch nach 2 × 24 Stunden ist das Wachstum ganz gering, nach 6 × 24 Stunden ist

Versuch III.

Nährboden	Beobachtet nach Stdn.	Probe I	Probe II	Probe III	Probe V	Probe VI	Probe VII	Rohe Milch
Agarplatte 0,01 ccm Milch	1×24	steril	eine Kolonie	steril	steril	steril	eine Kolonie	100 große, sehr viele kleine Kolonien
	2×24	einzelne kleine Kolonien	einzelne kleine Kolonien	wie bei II	wie bei II	wie bei II	1 große Kolonie, sonst wie bei II	Kolonien vergrößert
	6×24	5 große und 5000 kleine Kolonien, außer Sporenträgern gehäuft liegende Kokken	9 große und 5000 kleine Kolonien, außer Sporenträgern und anderen kleine gehäuft liegende Kokken	8 große und 1200 kleine Kolonien, sonst wie bei II	etwa 900 kleine Kolonien, wie bei II und Kettenkokken	4 große und 1000 kleine Kolonien, wie bei II und platt gedrückt aussehende Kokken	1 große und 1400 kleine Kolonien, keine Kokken, aber andere Bakterien	unzählige Kolonien, Kettenkokken 4—8 Stück aneinandergelagert und viele andere Keime
Agarplatte 0,1 ccm Milch	1×24	kleine Kolonien angegangen	wie bei I	wie bei I	wie bei I	wie bei I	wie bei I	unzählige große und kleine Kolonien
	2×24 } 6×24 }	entsprechend üppiger bewachsen wie bei 0,01	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	vermehrt
Gelatineplatte 0,01 ccm Milch	1×24	steril	steril	steril	steril	steril	steril	unter teilweiser Verflüssigung bewachsen
	2×24	beginnendes Wachstum	wie I	wie bei I	wie bei I	wie bei I	wie bei I	Platte vollkommen verflüssigt
	6×24	keine Verflüssigung, sehr viele Kolonien angegangen, zarte kleine Kokken isolierbar	wie bei I	einzelne verflüssigte Stellen; Kokken isolierbar	keine Verflüssigung, sonst wie bei I	sehr viele kleine Kolonien	wie bei VI	—
Gelatineplatte 0,1 ccm Milch	1×24	steril	wie bei I	wie bei I	wie bei I	wie bei I	wie bei I	teilweise verflüssigt
	2×24 } 6×24 }	entsprechend üppiger bewachsen wie bei 0,01	wie bei I	wie bei I	wie bei I	wie bei I	wie bei I	vollkommen verflüssigt

es im Vergleich zur rohen Milch auch noch gering; denn auf den Platten, die aus dieser angelegt sind, sind unzählige Keime schon nach 1 × 24 Stunden aufgegangen, während die biorisierten Proben eine unbedeutende Menge von Keimen zeigen. Die mit der 10fachen Menge Milch beimpften Platten zeigten entsprechend stärkeres Wachstum.

Die Keime, die auf den aus biorisierter Milch angelegten Platten angegangen waren, sind dem Ausstrich nach hauptsächlich Sporenträger, aber auch Kokken und Kettenkokken, die in der rohen Milch ursprünglich enthalten waren, sind nicht abgetötet worden.

Für die Kostprobe wurde zur Vergleichung eine Probe Milch wie im Haushalt in einem offenen Emailletopf bis zum Aufwallen gebracht. Rohe Milch wurde zur Vergleichung nicht benützt. Alle Proben wurden auf gleiche Temperatur 15—18° C gebracht, die Proben numeriert und aus sauberen Wassergläsern gekostet. Die Resultate wurden von den 8 sich an dem Versuch beteiligenden Herren auf Zetteln notiert. Das Ergebnis war: 6 Herren fanden die aufgekochte Probe im Geschmack abweichend von den gleichartig biorisierten Proben, die aufgekochte wurde als Milch mit Kochgeschmack bezeichnet, die biorisierte im Vergleich zu dieser als geschmacklos d. h. ohne Kochgeschmack. Das Ergebnis der Kostprobe unter diesen Umständen angestellt spricht zugunsten der biorisierten Milch.

Versuch IV. 7. 2. 14.

5 Liter rohe Milch, von einer Molkerei bezogen, wurden nach Infektion mit einer Bouillonreinkultur boviner Tuberkelbacillen (Stamm P_8) in Kochsalzlösung fein verrieben, im Biorisator behandelt.

Die Temperatur blieb während des Versuches ziemlich gleichmäßig, sie schwankte innerhalb 76—78°, der Druck betrug 3,9—4,00 Atmosphären. Die Milch lief etwas langsamer durch den Apparat, ein Liter brauchte 7 Minuten, entsprechend einer Stundenleistung von 9 Litern, während die verwendete Düse bei 4 Atm. 12 Liter versprayen sollte. Die geringere Leistung lag an einer teilweisen Verstopfung der Düse, der Spray war aber sonst fein verteilt, wie sich nach der Beendigung des Versuches und dem Auseinandernehmen des Apparates zeigte. Die Verschraubungen der Düse waren dicht, eine Infektion von da aus konnte nicht stattgefunden haben. Die Milch wurde auf 15—16° C gekühlt und in sterilen Kolben aufgefangen; folgende Proben wurden untersucht:

Probe I:	76°	3,9 Atm.	etwa	1 l
„ II:	77,5—78°	3,9—4,0 „	„	1 l
„ III:	77,5—77°	3,9—40 „	„	1 l
„ IV:	77°	4,0 „	„	1 l
„ V:	77,5—76,5°	4,0—3,9 „	„	1 l

Biologisch-chemisch wurden nur einige Reaktionen mit der rohen und den biorisierten Proben I, III und V angestellt.

Der Säuregrad betrug bei allen Proben 6,4°, die Rothenfußersche und die Guajakprobe waren bei den biorisierten Proben nur unwesentlich verzögert im Vergleich

zur rohen, während die Formaldehyd-Methylenblauprobe bei Probe I um 5 Minuten verzögert, bei den anderen Proben bis nach einer Stunde nicht eintrat. Die Methylenblauprobe fiel gleichartig aus, bis nach 4 Stunden trat Entfärbung nicht ein. Die Prüfung auf Katalase ergab bei der rohen Milch binnen 2 Stunden 3,0 ccm Sauerstoff, bei den biorisierten Proben 0,7—0,8 ccm O. Nach 6 Tage langem Aufbewahren im Eisschrank war die Milch noch nicht geronnen, die Milchproben wurden in diesem Fall nicht weiter untersucht. Aus dem bakteriologischen Befund geht hervor, daß Milchsäurestreptokokken auch in den biorisierten Proben enthalten waren, die aber bei Eisschranktemperatur nicht wuchsen. Die Gärprobe, die über die Vermehrungsfähigkeit der Milchsäurebildner, normale Säuerung, Aufschluß hätte geben können, wurde nicht angestellt. Die Biorisierung hat bei den innegehaltenen Temperaturen von 76—78° nur die Peroxydase und Reduktase auslösenden Fermente unbeeinflußt gelassen, während die anderen geprüften Fermente stark in Mitleidenschaft gezogen sind.

Außer der Prüfung auf Tuberkelbacillen wurde auch der Keimgehalt der rohen Milch und der Proben I, III u. V der biorisierten Milch untersucht und zwar wurden, wie oben angegeben, Platten gegossen.

Die Platten wurden zum ersten Male nach 48 Stunden besichtigt.

Die mit 0,01 ccm roher Milch beimpften Agarplatten waren üppig bewachsen und zwar waren auf der Oberfläche des Agars etwa 100 große und sehr viele kleine Kolonien angegangen, während auf den aus den biorisierten Proben I, III, V bloß 6 bezgl. 1 und 3 große Kolonien ausgekeimt waren, dagegen kleine makroskopisch noch nicht zu beobachten waren. Nach 4 Tagen waren die aus der rohen Milch angelegten Platten üppig bewachsen, die aus den biorisierten Proben I, III u. V dagegen zeigten nur mäßige Vermehrung der Kolonien.

Aus den bis nach 4 Tagen angegangenen Kolonien konnten aus allen Proben kleine Kettenkokken mit Hilfe des Ausstrichs nachgewiesen werden, außerdem wurden verschiedene Arten nicht weiter untersuchter anderer Bakterien und Sporenträger beobachtet. Die mit 0,1 ccm Milch beimpften Agarplatten waren entsprechend üppiger bewachsen; auch hier konnten die aus der rohen Milch gezüchteten Kettenkokken in der biorisierten Milch wieder gefunden werden.

Die Gelatineplatten der rohen Milchproben waren nach 48 Stunden unter teilweiser Verflüssigung der Gelatine sehr üppig bewachsen, nach 72 Stunden war die Gelatine vollkommen verflüssigt. Die die Gelatine verflüssigenden Bakterien waren Reinkulturen kleiner schlanker Stäbchen. Der Ausstrich aus den der Gelatine aufgelagerten Kolonien ergab ebenfalls Kettenkokken von 4—5 Gliedern.

Nach Angabe des Erfinders des Apparates sollen Streptokokken bei 75° C auch vernichtet werden. Aus dem angegebenen Befund geht aber hervor, daß dies bei Versuch IV nicht der Fall ist.

Die keimvernichtende Wirkung der Biorisation zeigt sich deutlich in dem Ergebnis der Verimpfung auf die Platten. Die mit roher Milch beimpften Platten sind binnen 48 Stunden schon üppig bewachsen, während auf den mit biorisierter Milch beimpften Platten in derselben Zeit nur vereinzelte Kolonien angegangen sind, die

sich auch nach 4 Tage langem Bebrüten nur ganz unwesentlich vermehren, wie aus den Aufzeichnungen der Tabelle hervorgeht.

Zur Prüfung des Verhaltens der eingeimpften Tuberkelbacillen wurden die Proben I—V in der oben erwähnten Weise verarbeitet und an je 4 Meerschweinchen verimpft. Mikroskopisch waren in den Ausstrichen aus dem Rahm-Bodensatzgemenge in jedem Fall reichlich Tuberkelbacillen nachzuweisen.

Probe I, am 7. 2. 14 verimpft an Meerschweinchen 1—4. Nr. 1 tot am 9. 3. 14, frei von Tuberkulose; Nr. 2—4 getötet am 6. 4. 14, Befund: Milz nicht vergrößert, aber etwas rauh körnig, vielleicht submiliare Herde, auch die Lungen enthalten ganz vereinzelt submiliare Herde. Ausstriche aus diesen Herden enthalten weder Tuberkelbacillen noch andere Keime.

Probe II, am 7. 2. 14 verimpft an Meerschweinchen 5—8. Nr. 5 tot am 26. 3. 14, Organe bis auf die Milz gesund, die von Eiterherden durchsetzt ist, keine veränderten Drüsen, in den Ausstrichen keine Tuberkelbacillen nachweisbar.

Versuch IV.

	Beobachtet nach Stunden	Rohe Milch	Probe I	Probe III	Probe V
Agarplatte 10 ccm + 0,01 ccm Milch	2 × 24	100 große und sehr viele kleine Kolonien	6 größere Kolonien, sonst makroskopisch nichts	1 große Kolonie	3 größere Kolonien
	4 × 24	vergrößert und unzählige kleine Kolonien; kettenartig angeordnete Kokken isoliert	7 große und 23 kleinere Kolonien	außerdem noch ca. 14 kleine Kolonien	außerdem 30 kleine Kolonien
Agarplatte 10 ccm + 0,1 ccm Milch	2 × 24	entprechend üppiger bewachsen wie bei 0,01	2 große und zahlreiche kleine Kolonien	6 große und viele kleine Kolonien	37 größere und viele kleine Kolonien
	4 × 24	unzählige Keime außer anderen Keimen, zarte kleine Kokken in Ketten von 4—8 Gliedern und kürzere isoliert	4 große Keime 13000 kleine Kolonien; Kokken wie bei I isoliert	7 große und 7500 kleine Kolonien; Kokken wie bei I	die 37 Kolonien vergrößert, außerdem etwa 6000 Keime; Kokken wie bei I
Gelatine 10 ccm + 0,01 ccm Milch	2 × 24	unter stellenweiser Verflüssigung üppig bewachsen	Wachstum angedeutet	steril	3 Kolonien sichtbar, sonst steril
	4 × 24	Platte vollständig verflüssigt (schon nach 3 × 24 St.)	makroskopisch 20 Kolonien, kleinere in Entwickelung begriffen, zumeist Sporenträger, große Kokken	makroskopisch 2 Kolonien und viele sehr kleine Keime	3 Kolonien vergrößert, und viele kleine Kolonien, Diplokokken aneinandergereiht
desgl. + 0,1 ccm Milch	2 × 24	entsprechend üppiger bewachsen	Wachstum angedeutet	wie bei I	wie bei I
	4 × 24	vollständig verflüssigt (schon nach 3 × 24 St.)	Platte noch fest, sehr kleine Keime in der Tiefe	desgl.	desgl.

Nr. 6 u. 7 getötet am 6. 4. 14, abgemagert, einzelne hanfkorn- bis linsengroße Abscesse in der Leber und Milz. Der weiche, weiße käsige Inhalt der Abscesse ist keimfrei, auch Tuberkelbacillen sind nicht nachweisbar. Nr. 8 interkurrent gestorben.

Probe III, am 7. 2. 14 verimpft an Meerschweinchen 9—12. Am 6. 4. 14 getötet, alle Tiere gut genährt und gesund.

Probe IV[1]), am 7. 2. 14 verimpft an Meerschweinchen 13—16. Getötet am 6. 4. 14,

Nr. 13 mäßige allgemeine Impftuberkulose, Kniefaltendrüsen bohnengroß mit käsigem erweichtem Inhalt, Milz nur wenig vergrößert mit zahleichen stecknadelkopfgroßen Tuberkeln, miliare Herde in Leber und Lunge.

Nr. 14 und 15 mäßige allgemeine Impftuberkulose, im übrigen wie bei 13.

Nr. 16 ziemlich fortgeschrittene allgemeine Impftuberkulose, Kniefaltendrüsen über erbsengroß mit käsigem Zentrum, Milz etwa 4 ccm lang, 2 ccm breit mit tuberkulösen Herden, außerdem ziemlich zahlreiche tuberkulöse Herde in Milz und Lunge; die Ausstriche aus den Drüsen enthalten nur wenig Tuberkelbacillen.

Probe V, am 7. 2. 14 verimpft an Meerschweinchen 17—20. Getötet am 6. 4. 14,

Nr. 17, 18, 20 gesund; Nr. 19 an der Impfstelle eitriger Absceß, im Ausstrich Reinkultur kleiner Kokken, Tuberkelbacillen nicht nachweisbar.

Kontrolle: am 7. 2. 14 geimpft an Meerschweinchen 21—24.

Nr. 21 getötet am 12. 3. 14,
„ 22 tot „ 28. 3. 14,
„ 23 getötet am 11. 3. 14,
„ 24 tot „ 30. 3. 14.

Die 4 Tiere zeigen bei der Sektion generalisierte Impftuberkulose.

Von den fünf biorisierten Proben enthalten die Proben I—III und V keine infektionsfähigen Tuberkelbacillen, während die Probe IV für Meerschweinchen noch virulente Tuberkelbacillen enthält. Dieses Verhalten läßt sich wohl nur dadurch erklären, daß die beobachtete Verstopfung der Düse bei der Probe IV 77° eine ungenügende Versprayung vielleicht Tropfenbildung zur Folge gehabt hat und dadurch die Milch infiziert worden ist; denn die eingehaltenen Temperaturen bei den Proben I—III 76—78° und V 76,5—77,5° haben genügt, die eingeimpften Tuberkelbacillen abzutöten, leider wurde die Probe IV nicht anderweitig bakteriologisch untersucht, vielleicht hätte diese Untersuchung Aufschluß geben können.

Immerhin spricht das Ergebnis dieses Versuches bezüglich der Vernichtung der Tuberkelbacillen zugunsten des Biorisators, da von 20 geimpften Tieren 16 gesund geblieben sind (vergleiche dazu auch die folgenden Versuche).

Versuch V. 18. 2. 14.

9 Liter rohe Milch mit den Aufschwemmungen von sechs 24 Stunden alten Schrägagarkulturen von Bac. coli comm. Posen (virulenter Stamm), Bac. enteritis und Staphyloc. pyog. aureus (virulenter Stamm aus einem Furunkel Nov. 1913 gezüchtet)

[1]) Scheidet für die Beurteilung aus, da nachgewiesenermaßen der Apparat nicht einwandfrei arbeitete.



infiziert, werden der Biorisierung unterzogen. Es wurde eine Düse verwendet, die bei 4 Atm. Druck eine Stundenleistung von 12 l haben sollte. Diese konnte aber nicht erreicht werden, da der Motor nicht ordnungsmäßig arbeitete, es wurden nur eine 10 l Stundenleistung erreicht, die Milch lief also langsamer durch den Apparat.

Die Besichtigung der Düse nach dem Versuch ergab an der Verschraubung eine weiße Masse, es sah aus, als ob Milch an dieser Stelle durchgesickert sei, also eine Infektion von da aus stattgefunden habe. Bei Prüfung mit Wasser erwies sich die Verschraubung als dicht und der Spray als normal. Im oberen Teil des Düsenraumes und des Deckels hatte sich geronnene Milch angesetzt.

Von der Probe II an blieb die Temperatur ziemlich konstant, sie schwankte bei den zur Verarbeitung gelangten Proben zwischen 1—2,5°, nämlich II : 75°, 4 Atm.; III : 76°, 4 Atm.; V : 76,0°, 4 Atm.; VI : 77,5°, 4,0 Atm.

Die bakteriologische Prüfung ergab, daß die zugesetzten pathogenen Keime aus den biorisierten Proben durch das Kulturverfahren nicht gezüchtet werden konnten.

Versuch V.

	Beobachtet nach Stdn.	Probe II	Probe III	Probe V	Probe VI	Kontrolle rohe infizierte Milch	
Agarplatte 0,01 ccm Milch	1 × 24	steril	steril	steril	steril	nach 24 St. üppig bewachsen	Es konnten außer den eingeimpften Keimen, Kolonien nur ganz vereinzelt isoliert werden, die Kettenkokken von 6—8 Gliedern darstellten, außerdem große Keime, die nicht weiter untersucht wurden
	3 × 24	steril	1 Kolonie	steril	steril		
	6 × 24	2 kleine Kolonien	1 Kolonie	steril	steril		
Agarplatte 0,1 ccm Milch	1 × 24	Wachstum angedeutet	steril	2 Kolonien	steril		
	2 × 24	deutliches Wachstum gelblicher und weißer Kolonien	32 große und kleine Kolonien	21 Kolonien	15 Kolonien		
	6 × 24	23 nicht charakteristische Kolonien, deutlich Sporenträger	vergrößert, nur sporentragende Keime isoliert	stark vergrößert, nur Sporenträger	vergrößert, nur Sporenträger	nach 2 × 24 St.	entsprechend üppiger bewachsen
Grünplatte 0,1 ccm Milch	1 × 24	steril	steril	steril	steril	n. 24 St.	unter Entfärbung bewachsen, Enteritis wurde isoliert
	bis n. 6 × 24	steril	steril	steril	steril		
Blauplatte 0,1 ccm Milch	1 × 24	steril	steril	steril	steril	n. 24 St.	teils unter Rötung, teils unter Bläuung bewachsen, Coli wurde isoliert
	bis n. 6 × 24	7 rosettenartige Kolonien, keine charakteristischen Keime (Hefen)	2 rosettenartige Kolonien auf der Oberfläche, wie bei II	steril	steril		

Aus der rohen Milch ließen sich die zugesetzten Keime nach 24 Stunden leicht wieder isolieren. Die in der Milch ursprünglich enthaltenen, allerdings auch nur in sehr geringer Menge vorhandenen Milchsäurestreptokokken konnten aus den biorisierten Proben nicht wieder isoliert werden.

Aus der Tabelle geht die stark keimvernichtende Wirkung hervor. Die natürlich in der hier verwendeten Milch enthaltenen vegetativen Keime werden bei der Temperatur von 75° fast vollkommen vernichtet, bezüglich kommen sie nach der Dauer der Beobachtung nicht zum Auskeimen.

Das Ergebnis dieses Versuches läßt sich dahin zusammenfassen, daß bei der Art der Infektion der Milch mit Laboratoriumskulturen von Bac. coli comm., Bac. enteritis und Staphylococcus pyog. aureus und der innegehaltenen Temperatur von ungefähr 75° C bei der Biorisierung diese Keime abgetötet werden, auch die in spärlicher Menge vorhandenen Kettenkokken konnten in den biorisierten Milchproben durch das Kulturverfahren nicht mehr nachgewiesen werden.

Versuch VI. 21. 2. 14.

5 l rohe, von einer Molkerei bezogene Milch wurde nach der Infektion mit einer Bouillonreinkultur humaner Tuberkelbacillen (Stamm B II hum.) fein verrieben und in Kochsalzlösung aufgeschwemmt, im Biorisator behandelt.

Die Temperatur blieb während des Versuches von der Entnahme der Probe II an ziemlich gleichmäßig, sie schwankte zwischen 75—77—75°, zumeist 75° bei einem Druck von 3,25 Atm. Die Durchlaufsgeschwindigkeit entsprach der Eichung der Düse = 12 l bei 3 Atm. Der Verlauf des Versuches war normal. Es wurden folgende Proben von je 800 ccm zur Untersuchung verwendet:

Probe	I:	69—78°	3,5 Atm.
„	II:	75—78°	3,25 „
„	IV:	75,5°	3,25 „
„	VI:	75,5°	3,25 „
„	VIII:	75°	3,25 „

Biologisch-chemisch wurden nur einige Proben angestellt. Die Rothenfußersche Reaktion fiel bei der rohen und der biorisierten Milch gleichartig aus, nämlich sofort positiv. Die Formaldehyd-Methylenblaureaktion trat bei der rohen Milch nach 8 Minuten ein, während bei den biorisierten Proben die Entfärbung nach 8 Minuten begann und nach 14 Minuten vollständig war. Die Labprobe war bei den biorisierten Proben um 10 Minuten verzögert, aber die Gerinnselbildung gleichartig. Die Gärprobe zeigte bei beiden Gerinnung nach 48 Stunden, die rohe Milch roch sauer, die biorisierten aromatisch-säuerlich, die gekochte unangenehm. Die Aufrahmung wies keine wesentlichen Unterschiede auf. Die Rahmschicht bei den biorisierten Milchproben war nicht so hoch wie bei der rohen, jedoch rahmten sie schneller auf.

Die bakteriologische Prüfung erstreckte sich bloß auf das Verhalten der eingeimpften humanen Tuberkelbacillen. Die Prüfung wurde wie bei Versuch IV angestellt. Mikroskopisch ließen sich in den Ausstrichen aus den zu verimpfenden Proben deutlich Tuberkelbacillen nachweisen.

Probe Nr. I am 21. 2. verimpft an Meerschweinchen 45—48.

Nr. 45 am 18. 4. tot, Ursache nicht festzustellen, kräftig genährt, frei von Tuberkulose.

Nr. 46 getötet am 20. 4., gesund.

Nr. 47 tot am 18. 3., Todesursache nicht festzustellen, gesund.

Nr. 48 getötet am 20. 4., Ernährungszustand gut, beide Kniefaltendrüsen mäßig vergrößert, in der Milz einige kleine erweichte Herde; Ausstriche aus der Milz enthalten keine Tuberkelbacillen, dagegen sind einzelne schlanke, gut rotgefärbte Tuberkelbacillen in den Ausstrichen aus den Drüsen zu beobachten.

Probe II am 21. 2. verimpft an Meerschweinchen 49—52.

Nr. 49 tot am 9. 3. 14, Organe bis auf die Milz gesund, in dieser 5—6 Herde, die jedoch Tuberkelbacillen nicht enthalten, nur ganz vereinzelt lange Stäbchen, die zu 2—3 aneinandergereiht liegen.

Nr. 50—52 getötet am 20. 4. 14, gesund.

Probe IV am 21. 2. verimpft an Meerschweinchen 57—60. Getötet am 20. 4., gesund.

Probe VI am 21. 2. verimpft an Meerschweinchen 57—60. Getötet am 20. 4., gesund.

Probe VIII am 21. 2. verimpft an Meerschweinchen 61—64.

Nr. 61—63 getötet am 20. 4., gesund.

N. 64 tot am 27. 3., Bauchfellentzündung, keine Tuberkulose.

Kontrolle: verimpft am 21. 2. an Meerschweinchen 65—68.

Nr. 65 tot am 28. 2., Todesursache unbekannt.

Nr. 66 tot am 6. 4., bis auf die linke Kniefaltendrüse keine Veränderungen, Ausstrich aus der Drüse ergibt deutlich wenige Tuberkelbacillen.

Nr. 67 u. 68 getötet am 20. 4. 14, stark abgemagert, hochgradige, allgemeine Impftuberkulose.

Von den fünf bei etwa 75° biorisierten Milchproben enthält nur die Probe I, wahrscheinlich infolge der Schwankung der Temperatur von 78—69° noch lebensfähige Tuberkelbacillen, aber auch nur in geringen Mengen; denn von 4 mit der gleichen Probe geimpften Tiere erkrankte nur eins an mäßiger Tuberkulose.

Für die Beurteilung der Wirksamkeit des Biorisators gegenüber Tuberkelbacillen kommen nur die Proben II, IV, VI und VIII in Betracht, die bei etwa 75° biorisiert sind, danach ist das Ergebnis als sehr günstig zu bezeichnen.

Versuch VII. 3. 3. 14.

3/4 Liter Milch einer eutertuberkulösen Kuh, die im zentrifugierten Rahm verhältnismäßig viele, dagegen im Bodensatz nur wenige Tuberkelbacillen enthält, wurde mit 1,5 Liter roher Milch vermischt und im Biorisator behandelt.

Um mehrere Proben zur Prüfung auf das Verhalten der Tuberkelbacillen zu erhalten, wurden etwa je 150 ccm in sterilen Kolben aufgefangen. Die Einstellung des Apparates auf die gewünschte Temperatur gelang nur unvollkommen, so daß nur zwei Proben zur Verimpfung verwendet werden konnten und zwar die Proben VI

bei 76° und VII bei 74°. Es wurde eine Düse verwendet, die bei 3 Atm. Druck eine 12 Liter Stundenleistung hatte und auch bei dem Versuch ziemlich eingehalten wurde. Biologisch-chemische Reaktionen wurden nicht angestellt.

In den zur Verimpfung verwendeten Proben konnten mikroskopisch nur wenig Tuberkelbacillen gefunden werden, es wurden deshalb 4 ccm des Rahmbodensatzgemenges an je 4 Meerschweinchen verimpft. Bakteriologisch wurde nur das Verhalten der Tuberkelbacillen untersucht.

Probe VI am 3. 3. 14 verimpft an Meerschweinchen Nr. 73—76.

Nr. 73 tot am 31. 3. 14, Todesursache nicht nachweisbar, bis auf einen kleinen eitrigen abgekapselten Absceß an der Brust gesund, Bakterien und Tuberkelbacillen waren im Ausstrich nicht nachweisbar.

Nr. 74 getötet am 28. 4. 14, keine Veränderungen bis auf ein weißes hirsekorngroßes Gebilde mit eitrig flüssigem, grauweißem Inhalt in der Milz, im Ausstrich daraus sind Bakterien und Tuberkelbacillen nicht zu beobachten.

Nr. 75 tot am 14. 3. 14, Todesursache unbekannt, keine tuberkulösen Veränderungen.

Nr. 76 tot am 25. 3. 14, Todesursache nicht zu ermitteln; Drüsen nicht verändert, aber Milz und Leber mit weißlichen kleinen Herden durchsetzt, keine Tuberkulose.

Probe VII am 3. 3. 14 verimpft an Meerschweinchen Nr. 77—80. Getötet am 8. 4. 14.

Nr. 77 gesund.

Nr. 78 gesund bis auf die kaum vergrößerte Milz, die weiße kugelige Gebilde aufweist, Bakterien, auch Tuberkelbacillen nicht nachweisbar.

Nr. 79 gesund.

Nr. 80 gesund, sonst wie bei Nr. 78 keine Tuberkulose.

Kontrolle: verimpft am 3. 3. 14 an Meerschweinchen Nr. 81—84.

Nr. 81 tot am 19. 4. 14 allgemeine Impfutuberkulose.

Nr. 82 tot am 23. 4. 14, an Pleuritis gestorben, Kniefaltendrüsen vergrößert, Leber und Milz enthalten tuberkulöse Herde, Ausstriche Tuberkelbacillen.

Nr. 83 tot am 28. 3. 14, Kniefaltendrüsen vergrößert, im käsigen Inhalt Tuberkelbacillen nachweisbar.

Nr. 84 tot am 6. 4. 14, ausgebreitete Impftuberkulose.

Die beiden bei 76 und 74° biorisierten Milchproben enthalten also infektionsfähige Tuberkelbacillen nicht, während von den Kontrolltieren 3 an Tuberkulose eingegangen sind und das vierte starke tuberkulöse Veränderungen zeigt. Das Ergebnis ist danach als günstig zu bezeichnen.

Versuch VIII. 4. 3. 14.

8 Liter rohe Milch wurden mit Laboratoriumskulturen eines gut Farbstoff bildenden Bac. prodigiosus, eines Bac. suipestifer und mit aus Milch frisch isolierten Milchsäurestreptokokken infiziert.

Der Apparat arbeitete einwandfrei, die Temperatur blieb während der Dauer des Versuches ziemlich konstant, sie schwankte zwischen 72,5 und 75°. Die bakterio-

Versuch VIII.

	Beobachtet nach Stdn.	Probe I	Probe VII	Probe XI	Beobachtet nach Stdn.	Rohe nicht infizierte Milch	Rohe infizierte Milch
Agarplatte 0,01 ccm Milch	1 × 24	steril	steril	steril	1 × 24	viele verschieden große und sehr viele kleine Kolonien (1,6 Millionen)	unzählige verschieden große Kolonien
	2 × 24	deutliches Wachstum noch sehr kleiner Kolonien	wie bei I	wie bei I	2 × 24	es wurden Ausstriche angelegt, Kettenkokken, kurze Ketten, Diplokokken (derbe) ebenfalls zu Ketten aneinandergereiht in großer Menge vorhanden, außerdem größere Keime u. Sporenträger. Die Platte mit 0,1 ccm Milch war entsprechend üppiger bewachsen; unzählige Keime	es wurden Kettenkokken, Suipestifer und Prodigiosus isoliert
	3 × 24	Kolonien vergrößert 12000 Keime	wie bei I 36000 Keime	wie bei I 24000 Keime			
		aus den angegangenen Kolonien, Reinkulturen von Kettenstreptokokken isoliert, außer Sporenträgern, die nicht untersucht wurden					
Agarplatte 0,1 ccm Milch	1 × 24	üppig bewachsen	üppig bewachsen	üppig bewachsen			
	3 × 24	Kolonien vergrößert	unzählige Kolonien	Kolonien vergrößert			
		da bei der Verdünnung 0,01 (s. o.) schon Kettenkokken nachgewiesen, wurden hier keine Ausstriche angelegt, Prodigios. konnte nicht nachgewiesen werden					
Grünplatte 0,1 ccm	1 × 24	steril	steril	steril	1 × 24	ca. 30 verschieden große Kolonien ohne Entfärbung der Platte angegangen	unter Entfärbung bewachsen
	bis n. 4 × 24	steril	steril	steril	3 × 24	vergrößert, Ausstrich ergibt Sporenträger, nicht weiter untersucht	desgl. Suipestifer isoliert
		nicht länger aufbewahrt					
Blauplatte 0,1 cm	1 × 24	kleine die Platte rötende Kolonien			1 × 24	kleine u. größere die Platte rötende Kolonien	zum größten Teil unter Rötung bewachsen, aber auch blaue Partien
	bis n. 4 × 24	Kolonien nicht vergrößert, die Platte rötend, die Ausstriche ergeben Reinkulturen von Kettenkokken, die in Bouillon charakteristisch wachsen und in sterile Milch geimpft, diese nach 24 Std. zur Gerinnung bringen			3 × 24	kleine, den Agar rötende Kettenkokken Milch in 24 St. zur Gerinnung bringend; große Kolonien Sporenträger	bis auf wenige rote Stellen wieder gebläut

logisch untersuchte Probe I wurde bei 73—75°, die Probe VII bei 72,5—73° und IX bei 73° biorisiert.

In der rohen nicht infizierten Milch konnte schon eine Kettenkokkenart (Milchsäurestreptokokken) nachgewiesen werden, die auf Drigalskiplatte unter Rötung wuchs, und sterile Milch bei 37° in 24 Stunden zur Gerinnung brachte.

Aus der rohen infizierten Milch konnten durch das Plattenverfahren die eingeimpften Keime wieder nachgewiesen werden. In den biorisierten Proben dagegen konnten Bac. prodigiosus und Bac. suipestifer nicht wieder isoliert werden, dagegen Milchsäurestreptokokken. Sie wuchsen auf Drigalskiplatten und in Bouillon charakteristisch und brachten sterile Milch binnen 24 Stunden zur Gerinnung.

Das Ergebnis dieses Versuches läßt sich dahin zusammenfassen, daß schon bei einer Temperatur von 72,5° C der Milch künstlich zugesetzte Bac. prodigiosus und Bac. suipestifer abgetötet werden, dagegen Milchsäurestreptokokken (wahrscheinlich solche, die ursprünglich in der Milch enthalten waren) nicht abgetötet werden. Bei diesem Versuch ist die Keimvernichtung der in der rohen Milch natürlich enthaltenen Keime merkbar geringer, denn die Zahl der nach 3 × 24 Stunden angegangenen Keime ist im Vergleich besonders zu den anderen Versuchen nicht unwesentlich. Es scheint, als ob die angewandten Temperaturen nicht genügen, um eine keimreiche Milch in der erforderlichen Weise von virulenten Keimen zu befreien.

Versuch IX. 7. 3. 14.

2 Liter Milch einer eutertuberkulösen Kuh, die reichlich Tuberkelbacillen enthielt, wurden im Biorisator behandelt.

Der Versuch wurde mit einer Düse, die bei 3 Atm. 12 Liter Stundenleistung lieferte, angestellt. Die Einstellung des Apparates gelang zunächst nicht, da die Temperatur bis auf 69° sank, es wurde deshalb der Milchzufluß abgestellt, Wasser eingeschaltet und die Temperatur des ablaufenden Wassers 10 Minuten lang auf 94° gehalten. Bei der abermaligen Umschaltung gelang die Einstellung wiederum nicht, der größte Teil der Milch wurde zu hoch erhitzt und war deshalb für den Versuch nicht brauchbar, nur etwa 600 ccm der Milch konnten bei den gewünschten Temperaturen biorisiert werden und zwar

Probe	I	bei 76°	3	Atm.	Druck	200 ccm
„	II	„ 75°	2,8	„	„	200 „
„	III	„ 74°	3,0	„	„	200 „

Für die angestellten biologisch-chemischen Reaktionen wurden gleiche Teile der 3 Proben zusammengegossen (s. Tabelle S. 423).

Da die rohe Milch viele Kettenstreptokokken enthält, wurden je 0,01 ccm Milch in 10 ccm Agar verimpft und Platten angelegt. Die Kontrollplatte war nach 24 Stunden üppig bewachsen, während die aus den biorisierten Proben angelegten Platten bis nach 48 Stunden steril blieben, länger wurde nicht beobachtet. Mit Hilfe des Plattenverfahrens ließen sich hier die Kettenstreptokokken nicht isolieren.

In den verimpften Milchproben konnten nur wenige Tuberkelbacillen mikroskopisch nachgewiesen werden.

Angestellte Probe	Rohe Milch		Biorisierte Milch 76—74°
Aussehen	etwas gelblich sonst normal, keine Gerinnsel		desgl.
Geruch	etwas unangenehmer Geruch		weniger riechend
Säuregrad	6,4		6,2
Guajakprobe	binnen 1 Minute schwacher blauer Ring, nach Umschütteln ganze Masse blau		erst nach 10 Min. Blaufärbung, nach Umschütteln schmutzig gelbbraun
Rothenfußerprobe	sofort positiv		etwas verzögert
Methylenblau nach Müller	Milch bis nach 2 St. unverändert blau bei 48°		wie rohe Milch
F. M. nach Schardinger	binnen 2 Minuten entfärbt, bis nach 2 Stunden farblos		binnen 3 Min. abgeblaßt, nach 7 Min. farblos, bis nach 2 Stunden noch farblos
Katalase	nach 2 Stunden: 3,5 ccm O		nach 2 Stunden: 1,5 ccm O
Tetraseren[1]) 17°	43,22°	gekochte Milch 38,40°	42,00°
bei 65—70°	starke flockige Abscheidung	unverändert	wie bei roher, Menge schätzungsweise geringer
bei 100°	starke flockige Abscheidung	schwache in der Kälte lösliche Trübung	wie bei roher, Serum klar, aber Menge geringer

Probe I, am 7. 3. verimpft an Meerschweinchen Nr. 89—92.

Nr. 89, 90 und 92 getötet am 2. 5. 14, die Tiere sind gesund.

Nr. 91 tot am 19. 4. 14, stark abgemagert, an der Impfstelle Absceß ohne Bakterien, Organe gesund, Todesursache nicht zu ermitteln.

Probe II, am 7. 3. verimpft an Meerschweinchen Nr. 93—96, getötet am 6. 5. 14, alle Tiere gesund, Nr. 94 als erwähnenswert „situs inversus“.

Probe III, am 7. 3. verimpft an Meerschweinchen Nr. 97—99 und 201.

Nr. 97 tot am 26. 4. 14. Todesursache unbekannt, gesund.

Nr. 98—99 und 201 getötet am 2. 5. 14, gesund.

Kontrolle am 7. 3. verimpft an Meerschweinchen Nr. 202—205.

Nr. 205 tot am 2. 4. 14, Peritonitis fibrinosa, keine Tuberkulose.

Nr. 204 tot am 25. 4. 14, Achsel- und Kniefaltendrüsen vergrößert, Leber, Milz und Lunge von tuberkulösen Herden durchsetzt.

Nr. 203 tot am 1. 5. 14 und Nr. 202 getötet am 2. 5., hochgradige allgemeine Impftuberkulose.

Die bei 76, 75 und 74° biorisierten Milchproben sind also frei von infektionsfähigen Tuberkelbacillen.

Versuch X. 11. 3. 14.

Der Versuch wurde angestellt, um die Wirkung der Biorisierung bei 75° und fünf Minuten langes Erhitzen von Milch auf 75° in einem Gefäß unter fortwährendem

[1]) Bemerkenswert ist die hohe Differenz der Seren der rohen und gekochten Milch 4,8°, die vermutlich durch den krankhaften Zustand des milchgebenden Tieres bedingt ist (siehe dazu auch Pfyl und Turnau).

Umschwenken zu prüfen. 6 Liter rohe Milch wurden im Biorisator behandelt unter Verwendung einer Düse, die bei 3 Atmosphären Druck eine 12 Literstundenleistung hatte, die auch bei dem Versuch erreicht wurde. Zwei Proben der biorisierten Milch von etwa je $^3/_4$ l, die bei dem angegebenen Druck und bei 75,5° und 75° im Biorisator behandelt worden waren, wurden zur weiteren Untersuchung entnommen. Zweimal je 1 l rohe Milch wurden in einem 3 Liter fassenden mit Rückflußrohr und Thermometer versehenen Stehkolben unter fortwährendem Umschwenken in einem lebhaft siedenden Wasserbad rasch auf 75° erwärmt, 5 Minuten lang in ein auf 75° eingestelltes Wasserbad gebracht, danach sofort in Eiswasser abgekühlt. Dauer der Erhitzung bis auf 75°: 5 Minuten, auf 75° gehalten: 5 Minuten, bis zur Abkühlung auf 15°: 8 Minuten. Diese auf verschiedene Art erhitzten Milchproben, sowie rohe Milch und eine 20 Minuten lang im kochenden Wasserbad erhitzte Milchprobe wurden auf ihr biochemisches und bakteriologisches Verhalten geprüft. Biologisch haben die beiden verschiedenen Erhitzungsarten auf 75° wesentliche Unterschiede nicht bewirkt bis auf die Unwirksamkeit des Schardingerschen Fermentes und die Schwächung der Oxydase der 5 Minuten lang auf 75° erhitzten Milch. Die Eiweißgerinnung ist bei beiden bis zu fast gleichem Grade eingetreten.

Über das Verhalten der biorisierten Milch beim Aufbewahren wurde folgendes beobachtet.

a) Zimmertemperatur.

Eine bei 74,5° biorisierte Milchprobe hatte am Tage des Versuches den Säuregrad 6,4 (die rohe Ausgangsmilch 6,8°), nach 5 Tagen zeigte sie folgende Eigenschaften: sie hatte aufgerahmt, war nicht geronnen und gerann auch nicht mit 70%igem Alkohol, sie war geruchlos und hatte den Säuregrad 8,2°. Proben davon auf verschiedene Nährböden gebracht, zeigten nach 25 Stunden üppiges Wachstum, der Ausstrich ergab sporentragende Stäbchen, die auch sterile Milch bei 37° zur Gerinnung brachten. Die isolierten Keime sind Dauerformen von Bakterien, die auf Nährböden gebracht, bei 37° sich üppig vermehren; bei Zimmertemperatur wachsen sie jedoch nicht oder nur sehr langsam. Eine andere bei 75,5° biorisierte Milchprobe nach 7 Tagen geprüft, war gut aufgerahmt, etwas schaumig (Gasbildung), gerann mit 70%igem Alkohol, hatte den Säuregrad 16 und roch faulig sauer. Auf Nährböden übertragen, zeigte sie ebenfalls üppiges Wachstum.

b) Eisschranktemperatur.

Eine bei 75° biorisierte nach 5 Tagen geprüfte Milchprobe zeigte das gleiche Verhalten wie die erste bei Zimmertemperatur aufbewahrte Probe, nur war der Säuregrad niedriger, nämlich 6,6°. Auf Nährböden übertragen ist das Wachstum viel geringer, im übrigen aber gleichartig. Eine andere bei 75° biorisierte Probe zeigte nach 7 Tagen das gleiche Verhalten. Der Geschmack war bis nach 3 × 24 Stunden einwandfrei. Sie gerinnt auch beim Kochen nicht, hat den Säuregrad 6,4 und ist geruchlos. Die Oxydasereaktion tritt wie bei der rohen Ausgangsmilch sofort ein. Formaldehyd-Methylenblau nach Schardinger wird in 10 Minuten entfärbt. Die

Prüfung auf Katalase ergibt nach 2 Stunden 0,7 ccm Sauerstoff. Die Gerinnung durch Lab ist flockig, nicht fest wie bei der rohen Milch. Auf Nährböden gebracht gehen nur wenige Kolonien an.

Eine bei 74,5° biorisierte Milchprobe, nach 14 Tagen untersucht, hatte sich in 2 Schichten getrennt, die obere war weiß, die untere hatte einen bläulichen Schimmer; Umschütteln ergibt eine homogene, wie normale Milch aussehende Flüssigkeit, sie riecht schwach fäkalartig und hat den Säuregrad 7,2. Mit 70 %igem Alkohol und beim Kochen nicht gerinnend. Oxydasereaktion sofort positiv, Formaldehyd-Methylenblau binnen 7 Minuten entfärbt; Methylenblau in einer Stunde entfärbt. Aus der Milch lassen sich Milchsäurestreptokokken und sporenbildende Keime züchten. Besonders diese Probe scheint für die Angaben Patzschkes zu sprechen, der von einem Streptococcus lactic. thermophilus spricht.

Die auf 75° fünf Minuten lang erhitzt gewesenen Milchproben steril aufbewahrt, gerannen bei Zimmertemperatur nach 2 × 24 Stunden normal, bei Eisschranktemperatur

Versuch X.

	Beobachtet nach Std.	Milch 5 Min. lang auf 75° erhitzt Probe III	Milch 5 Min. lang auf 75° erhitzt Probe IV	Biorisierte Milch Probe V	Biorisierte Milch Probe VI	Rohe Milch	20 Min. lang im Wasserbad erhitzte Milch
Agarplatte 10 ccm + 0,01 ccm Milch	1 × 24	steril	steril	steril	steril	üppig bewachsen	steril
	3 × 24	steril	steril	2 kleine Kolonien	1 große, 8 kleine Kolonien	etwa 75000 Keime	steril
desgl. + 0,1 ccm Milch	1 × 24	schwaches Wachstum	schwaches Wachstum	desgl.	desgl.	entsprechend üppiger bewachsen	steril
	3 × 24	60 große Kolonien auf der Oberfläche u. nur wenige kleine im Agar	73 meist kleine Kolonien	200 sehr kleine Kolonien	sehr viele kleine Kolonien	—	2 große Kolonien
Blauplatte + 0,01 ccm Milch	1 × 24	steril	steril	steril	steril	3 große und sehr viele kleine Kolonien	steril
	3 × 24	5 den Agar nicht verändernde Kolonien	4 kleine den Agar rötende, 3 große den Agar unverändert lassende Kolonien	ca. 300 den Agar rötende Kolonien	ca. 80 den Agar rötende Kolonien	7 große und sehr viele kleine Kolonien	steril
Grünplatte + 0,01 ccm Milch	1 × 24	steril	steril	steril	steril	1 Kolonie	steril
	3 × 24	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	3 große den Agar entfärbende Kolonien	desgl.

erst nach 3 × 24 Stunden. Jedoch ist hier eine sekundäre Infektion der Milch wegen der Art der Behandlung nicht ausgeschlossen. Sie wurden deshalb nicht weiter untersucht.

Der bakteriologische Befund zeigt, daß die keimvernichtende Wirkung der 5 Minuten langen Erhitzung stärker ist als die der Biorisierung. In beiden Fällen ist eine deutliche Abschwächung und Keimverminderung zu beobachten.

Es zeigte sich hier also, daß länger dauernde Erhitzung unter dauernder Bewegung der Milch sowohl die Fermente, als auch die natürlich in Milch enthaltenen Keime in stärkerem Maße schädigt bezüglich vernichtet, als die Biorisierung bei 75°.

Versuch XI. 12. 3. 14.

4 Liter Milch von derselben eutertuberkulösen Kuh, wie bei Versuch IX, konnten erst 3 Tage nach dem Melken im Biorisator behandelt werden. Sie kam in eiskaltem Zustand an und war auch bis zum Tage der Verarbeitung in rohem Zustand noch nicht geronnen. Sie hatte den Säuregrad 18,4, gerann beim Aufkochen und Versetzen mit 70%igem Alkohol. Sie lief, trotzdem sie aus dem Biorisator flockig ablief, glatt in der geforderten Zeit bei Verwendung der Düse, die bei 3 Atm. 12 Liter Stundenleistung hat, durch den Biorisator, ohne die Düse zu verstopfen. Die Temperatur hielt sich innerhalb 73—76°, es wurden Proben zu je 200 ccm in sterilen Kolben aufgefangen.

Probe	I:	76—73°	3	Atm.	Druck	200 ccm
„	III:	74°	3	„	„	200 „
„	IX:	75°	3	„	„	200 „
„	X:	75—76°	3	„	„	200 „

Da sich die Milch schon kurze Zeit nach dem Biorisieren in Serum und Kasein trennte, wurden biologisch-chemische Untersuchungen nicht angestellt, sondern nur Proben für die Verimpfung an Meerschweinchen entnommen. Die Milch wurde zu diesem Zweck durch kräftiges Schütteln und Treiben durch ein feines Sieb möglichst fein verteilt und im übrigen, wie eingangs angegeben, verimpft. In den Ausstrichen aus den verimpften Milchproben konnten Tuberkelbacillen nicht gefunden werden, wohl aber waren sehr viele andere Keime, wie Kokken und Stäbchen, darin enthalten.

Probe I, verimpft am 12. 3. 14 an Meerschweinchen Nr. 85, 87, 88, 206.

Nr. 85 und 88 tot am 23. 3. 14, Todesursache wahrscheinlich Pleuritis und Pericarditis, keine Tuberkulose.

Nr. 87 tot am 26. 4. 14, Pleuritis exsudativa, Leberschwellung, keine Tuberkulose.

Nr. 206 tot am 26. 4. 14, eitrige abgekapselte Abscesse in der Leber, im Ausstrich Bakterien nicht nachweisbar, keine Tuberkulose.

Probe III, verimpft an Meerschweinchen Nr. 211—214. Getötet am 14. 5. 14, alle Tiere gesund.

Probe IX, verimpft am 12. 3. 14 an Meerschweinchen Nr. 215—218. Getötet am 14. 2. 14, alle Tiere gesund.

Probe X, verimpft am 12. 3. 14 an Meerschweinchen Nr. 207—210.

Nr. 210 tot am 17. 3. 14, Unterhautentzündung, keine Tuberkulose.

Nr. 207 tot am 17. 4. 14, keine Tuberkulose, Herzbeutelentzündung, Reinkultur von Kokken gezüchtet.

Nr. 209 und 208 getötet am 15. 5., beide Tiere gesund, keine Tuberkulose.

Kontrolle, verimpft am 12. 3. 14 an Meerschweinchen Nr. 219—222.

Nr. 220 tot am 18. 3. 14, Pericarditis, keine Tuberkulose.

Nr. 219 tot am 27. 3. 14, Bauchfellentzündung, keine Tuberkulose.

Nr. 211 getötet am 14. 5. 14 }
Nr. 222 getötet am 14. 5. 14 } hochgradige allgemeine Impftuberkulose.

Die nicht tuberkulösen Krankheitserscheinungen bei den Versuchstieren sind wahrscheinlich auf den Bakterienreichtum der verimpften Milch zurückzuführen. Als maßgebend für die Beurteilung des Verfahrens und seiner Wirkung dient der Versuch, da zwei der Kontrolltiere einwandfrei an Impftuberkulose erkrankten (vergl. auch Versuch IX), während 10 von 16 Tieren, die mit bei 73—76° biorisierter Milch geimpft worden waren, bis nach 8 Wochen vollkommen gesund waren, 6 Tiere starben intercurrent. Die Versuchsbedingungen waren für die Biorisierung besonders ungünstig, da die Milch den Gerinnungspunkt schon erreicht hatte und flockig aus dem Biorisator abfloß.

Versuch XII. 18. 4. 14.

Die verwendete Milch stammte vom Gelände des Amtes von 4 verschiedenen Kühen, sie war am Tag zuvor ermolken und bis zum Tag des Versuches im Eisschrank aufgehoben worden. Sie wurde infiziert mit 3 verschiedenen Stämmen von Mastitisstreptokokken, ein Stamm war erst im August 1913 aus einem kranken Euter isoliert worden. Die Streptokokken vermehrten sich binnen 24 Stunden in steriler Milch im Brutschrank und bildeten mäßig lange Ketten. In Bouillon gezüchtet bildete ein Stamm charakteristische lange Ketten von 50—60 Gliedern, die anderen beiden nur kürzere von 5—6 Gliedern. Diese 3 verschiedenen Stämme in je 6 Röhrchen in steriler Milch gezüchtet wurden zur Infektion benutzt. Die verwendete Rohmilch war wenig bakterienhaltig, da sie sofort nach dem sauberen Melken in demselben Gefäß in den Eisschrank gebracht worden war. Die aus der Milch angelegten Platten waren ziemlich einheitlich bewachsen, vor allem mit einer großen Kokkenart und einer Sporenträgerart.

Der Apparat arbeitete ordnungsmäßig. Die Temperatur schwankte zwischen 74—77° C. Die biorisierten Proben I bei 75°, III bei 74,5° und VII bei 77°, sowie die rohe infizierte und die 20 Minuten lang im Wasserbad erhitzte Probe wurden bakteriologisch und biologisch-chemisch untersucht und zwar unter Verwendung von Agar-, Drigalski- und Gelatineplatten (s. folg. Seite). Es war wiederum eine ganz bedeutende Keimvernichtung und -schwächung zu beobachten. Die aus den biorisierten Proben angelegten Platten waren bis nach 3 × 24 Stunden steril, erst nach 6 × 24 Stunden waren einzelne Keime angegangen, während die aus der rohen infizierten Milch angelegten Platten schon nach 1 × 24 Stunden üppig bewachsen waren. Die aus der 20 Minuten lang gekochten Milch angelegten Platten blieben steril. Aus der

biorisierten Milchprobe VII konnten durch Zwischenkultur in Bouillon die charakteristischen langen Ketten gezüchtet werden. Die aus den Proben I und II gezüchteten Kokken waren weniger charakteristisch, es war nur ganz kurze und wenig charakteristische Kettenbildung zu beobachten[1]). Die sonst angegangenen Keime waren, wie

Versuch XII.

	Beobachtet nach Stdn.	Probe I	Probe III	Probe VII	Rohe infizierte Milch	20 Min. lang im Wasserbad erhitzte Milch
Agarplatte 0,01 ccm Milch	1 × 24	steril	steril	steril	ziemlich viele kleine Kolonien in der Tiefe und größere aufgelagerte	steril
	3 × 24	desgl.	desgl.	desgl.		desgl.
	6 × 24	4 makroskopisch erkennbare Kolonien, kleine Kolonien mikroskopisch nicht erkennbar	1 gelbliche Kolonie, große Kokken, Ketten und einzeln liegend; sonst steril	2 Kolonien, sonst steril	n. 3 × 24 St. sehr stark vermehrt	n. 6 × 24 St. steril
Agarplatte 0,01 ccm Milch	1 × 24	steril	steril	steril	unzählige kleine und größere aufgelagerte Kolonien	steril
	3 × 24	desgl.	desgl.	desgl.		desgl.
	6 × 24	3 große Kolonien, daraus Kettenkokken gezüchtet, mikroskopisch keine Kolonien	1 gelbliche Kolonie, große Kokken, Ketten und einzeln liegend, sonst steril	2 Kolonien, daraus Kokken einzeln liegend, nach Zwischenkultur in Bouillon lange Ketten bis zu etwa 40 Gliedern isoliert	nicht weiter untersucht	n. 6 × 24 St. steril
Blauplatte 0,01 ccm	1 × 24	steril	steril	steril	kleinere und größere die Platte rötende Kolonien	steril
	3 × 24	desgl.	desgl.	desgl.		desgl.
	6 × 24	1 große Kolonie	1 Kolonie	1 große Kolonie		n. 6 × 24 St. steril
Gelatineplatte 0,01 ccm	1 × 24	steril	steril	steril	einzeln liegende unzählige verflüssigende Kolonien a. d. O.	1 Kolonie?
	3 × 24	desgl.	desgl.	desgl.		
	6 × 24	4 große Kolonien	3 große Kolonien	steril	Gelatine verflüssigt	1 Kolonie?
Gelatineplatte 0,1 ccm	1 × 24	steril	steril	steril	kaum noch isolierte Kolonien	steril
	3 × 24	desgl.	desgl.	desgl.	Gelatine verflüssigt	steril
	6 × 24	9 Kolonien	11 Kolonien	1 Kolonie		

[1]) Eine einwandfreie Charakterisierung pathogener und saprophytischer Streptokokken ist schwer durchführbar. Es kann deshalb hier nur mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß die in der biorisierten Milch wieder aufgefundenen, lange Ketten bildenden, Kokken mit den eingeimpften Mastitiskokken identisch sind.

auch bei früheren Versuchen beobachtet, meist Sporenträger oder Luftkeime und wurden nicht weiter untersucht. Aus den nach 6×24 Stunden angegangenen wenigen Kolonien konnten aus einer bei 77° biorisierten Probe eingesäte Mastitisstreptokokken gezüchtet werden.

Über die Veränderung, die diese Milch beim Aufbewahren erleidet, konnten folgende Beobachtungen gemacht werden. Eine bei 75° biorisierte, steril verschlossen gehaltene, bei Zimmertemperatur aufbewahrte Milchprobe hat nach 7 Tagen den Säuregrad 17,2 (Ausgangsmilch 6,0°), sie gerinnt beim Erwärmen und mit 70%igem Alkohol, sie riecht sauer fäkalartig. Milchsäurestreptokokken sind nicht nachweisbar, nur Sporenträger. Sterile Milch damit geimpft, gerinnt bis nach 2×24 Stunden nicht. Die rohe Milch ist nach 2×24 Stunden fest und die gekochte Milch breiig unter Abscheidung trüben Serums geronnen. Eine andere bei 77° biorisierte, aber im Eisschrank aufbewahrte Milchprobe hat nach 7 Tagen den Säuregrad 7,4, ist fast geruchlos und unverändert im Geschmack, gerinnt mit Alkohol nicht. Die mit dieser Probe beimpfte Agarplatte ist erst nach 3×24 Stunden spärlich bewachsen, sterile Milch ist bis nach 3×24 Stunden nicht geronnen. Auch andere bei Eisschranktemperatur aufbewahrte Milchproben dieses Versuches sind bis nach 5 Tagen flüssig, haben kaum veränderten Säuregrad, sind fast geruchlos und geschmacklos.

Es zeigt sich also, daß sauber gewonnene Milch mit dem Biorisator behandelt, ziemlich lange haltbar sein kann.

Versuch XIII. 22. 4. 14.

4 Liter am Tage des Versuches gemolkene Milch vom Gehöft des Reichsgesundheitsamts wurden infiziert mit virulenten Stämmen von Parakoli und Staphylococcus pyog. aureus, der aus einer eitrigen Kieferhöhlenentzündung eines Pferdes stammte und im Biorisator unter Verwendung einer Düse, die bei 4 Atm. Druck eine 12 Liter Stundenleistung hatte, behandelt. Die Temperatur blieb während des Versuches ziemlich gleichmäßig, sie schwankte zwischen 76—74° C. Für die bakteriologische Prüfung, biologisch chemische Untersuchungen wurden nicht angestellt, gelangten folgende Proben zur Verwendung:

Probe I:	76—75°	3,6	Atm.	500 ccm
„ II:	75,5°	3,6	„	600 „
„ V:	74°	3,5	„	500 „
„ IV:	74°	3,5	„	400 „

Die aus der rohen Milch angelegten Platten waren nach 24 Stunden schon sehr kräftig bewachsen. Es gelang außer den in der Milch schon ursprünglich vorhandenen Keimen, die eingeimpften pathogenen Bakterien wieder zu züchten, während die aus den biorisierten Proben angelegten Platten bis nach 6×24 bis auf einzelne Kolonien steril blieben; die angegangenen Keime waren mit den eingesäten nicht identisch. Die Wirkung der Biorisierung bei 76—74° ist hier also eine sehr kräftige. Das Fehlen, bezüglich fast vollständige Fehlen, sporentragender Keime hat seinen Grund in der sauberen Gewinnung und schnellen Verarbeitung der Milch.

Versuch XIII.

	Beobachtet nach Stdn.	Rohe infizierte Milch	Milchprobe I 76—75°	Milchprobe II 75,5°	Milchprobe V 74°	Milchprobe VI 74°
Agarplatte 10 ccm + 0,01 ccm Milch	1 × 24	Platte fast vollkommen überwuchert, kaum noch isolierte Kolonien, die eingesäten Keime konnten isoliert werden	steril	3 Kolonien	steril	steril
	3 × 24		steril	4 Kolonien	steril	1 große Kolonie
	6 × 24		steril	6 Kolonien, sporentragende Stäbchen	steril	5 große Kolonien, Luftkeime
Agarplatte 10 ccm + 0,1 ccm Milch	1 × 24	entsprechend üppiger bewachsen	steril	steril	steril	steril
	3 × 24		2 Kolonien	1 große Kolonie	1 Kolonie	3 größere Kolonien
	6 × 24		desgl., Ausstrich sehr große Kokke	desgl., sporentragende Stäbchen	desgl., gelb bräunlicher großer Luftkeim	desgl., Luftkeime
Drigalskiplatte 0,01 ccm Milch	1 × 24	sehr viele blaue und rote Kolonien angegangen, erstere in der Überzahl	steril	eine große den Agar blau lassende Kolonie	steril	steril
	3 × 24	desgl. aus den blauen Kolonien Parakoli isoliert, die rote Kolonie ist eine Sarcinenart	steril	die angegangene Kolonie ist ein Schimmelpilz	steril	steril
	6 × 24	desgl.	steril	desgl.	steril	steril

Versuch XIV. 9. 5. 14.

Für diesen Versuch standen 8 l von einer Molkerei als roh bezogener Milch zur Verfügung. 3 l wurden für Versuche mit bovinen Tuberkelbacillen verwendet (s. XIV a), nachdem diese verspravt waren, wurden 5 l Milch nachgefüllt, die mit 48 Stunden alten in Milch gezüchteten Mastitisstreptokokken und Bac. cyanogenus, sowie mit einer Kochsalzaufschwemmung von Bact. coli comm. (Posen) infiziert waren. Zur Verwendung gelangte die Düse 3 Atm. Druck, 12 l Stundenleistung, diese Leistung wurde nicht ganz erreicht, 1 l Milch brauchte 6 Minuten. Es wurden folgende Proben aufgefangen, nachdem die für die Tuberkelbacillenversuche verwendete Milch den Biorisator bei 71,5—72,5° durchlaufen hatte:

Probe IV:	73—72°	3 Atm.	1000 ccm
„ V:	72,5—72°	3 „	750 „
„ VI:	72,5—72°	3 „	750 „
„ VII:	71,0—70°	3 „	750 „

Der Versuch verlief normal.

Versuch XIV.

Plattenart	Beobachtet nach Stdn.	Rohe infizierte Milch	Biorisierte Milchprobe IV 73—72°	Biorisierte Milchprobe VI 72,5—72°	Biorisierte Milchprobe VII 71—70°
0,01 ccm Milch in 10 Agar	1 × 24	üppig mit einzeln liegenden verschieden großen Kolonien in und auf dem Agar bewachsen	steril	steril	steril
	3 × 24	Kolonien auf der Oberfläche nicht vermehrt, aber vergrößert, Kolonien in der Tiefe des Agar stark vermehrt	sekundär verunreinigt von einer Stelle der Oberfläche des Agar ausgehend	52 fast nur in der Tiefe des Agar zu beobachtende verschieden große Kolonien	130 fast nur in der Tiefe liegende Kolonien
0,1 ccm Milch in 10 Agar	1 × 24	Platte vollkommen überwuchert	steril	ziemlich viele verschiedenartige Kolonien	ziemlich viele verschiedenartige Kolonien
	3 × 24	wie nach 1 × 24 St. stark fäkalartig riechend	zumeist in der Tiefe liegende kleine Keime, ca. 8000 im ccm	fast nur in der Tiefe liegende Keime, 9000 im ccm	fast nur in der Tiefe liegende Keime, 16000 im ccm
0,01 ccm Milch auf Blauplatte	1 × 24	nur einige einzeln liegende Kolonien, sonst ganze Platte unter Rötung überwuchert	einzelne die Platte rötende und die Platte blau lassende kleine Kolonien	wie bei IV	wie bei IV, aber mehr Kolonien
	3 × 24	-	80 kleine die Platte rötende Kolonien, durch Verimpfung in Bouillon Kettenkokken wie eingeimpfte Mastitisstreptokokken, aber bloß bis etwa 20gliedrig u. kürzere	250 ebensolche Kolonien wie bei IV, desgl. wie bei IV	800 ebensolche Kolonien wie bei IV, desgl. wie bei IV

		Biorisierte bloß mit Tuberkelbacillen infizierte Milchprobe I 72,5—71°	Biorisierte bloß mit Tuberkelbacillen infizierte Milchprobe II 71,0—71,5°
0,01 ccm Milch in 10 Agar	1 × 24	steril	steril
	3 × 24	etwa 130 meist in der Tiefe liegende sehr kleine Keime (sporentragende Stäbchen)	wie bei Probe I
0,1 ccm Milch in 10 Agar	1 × 24	zahlreiche kleine Kolonien im Agar, auf der Oberfläche steril (sporentragende Stäbchen)	zahlreiche kleine Kolonien wie bei I
	3 × 24	10000 Keime wie oben beschrieben, im Agar, ein Keim auf der Oberfläche	16000 Keime im Agar, Oberfläche steril
0,01 ccm Milch auf Blauplatte	1 × 24	zahlreiche, den Agar rötende und blau lassende sehr kleine Kolonien	wie bei I
	3 × 24	900 verschieden große, den Agar rötende und blau lassende Kolonien, erstere Kokken in kurzen Ketten, letztere plumpe Stäbchen	wie bei I

Die verwendeten Mastitisstreptokokken (s. b. Versuch XII) wuchsen in Bouillon unter geringer Trübung und Bildung eines körnig sandigen Bodensatzes, der im mikroskopischen Ausstrich fast ausschließlich lange, bis 30 gliedrige Ketten zeigte, der Ausstrich aus Milch war gleichartig. Die außerdem in der Milch vorhandenen Kettenstreptokokken waren kurzgliedriger, eine scharfe Trennung läßt sich nicht machen. Die Identifizierung der Mastitisstreptokokken aus den biorisierten Milchproben stützt sich auf das oben beschriebene Verhalten. Der verwendete Bac. cyanogenus bläute die Milch von der Oberfläche her binnen 3 Tagen. Das Bact. coli comm. Posen ist der schon bei vorhergehenden Versuchen verwendete, virulente und ziemlich widerstandsfähige Stamm.

Aus den aus der rohen Milch angelegten Platten konnten die eingeimpften Keime wieder isoliert werden, während aus den 3 biorisierten Proben bloß die Mastitisstreptokokken wieder gezüchtet werden konnten, die anderen angegangenen Keime waren, soweit untersucht, Sporenträger oder Luftkeime. Der Versuch ergibt, daß die Biorisation bei den eingehaltenen Temperaturen die eingeimpften Keime und zwar Coli comm. und Bact. cyanogenus vernichtet und die anderen in der Milch vorhandenen Keime im Wachstum zurückhält und ihre Zahl ganz bedeutend vermindert.

Die aus der bloß mit Tuberkelbacillen versetzten Milch und im Biorisator behandelten Proben angelegten Platten ergeben ebenfalls eine starke Abnahme der Keimzahl. Aus den Proben konnten Milchsäurestreptokokken gezüchtet werden, wie sich auch aus der angestellten Gärprobe ergibt; denn sowohl die rohe Milch und die biorisierten Milchproben waren nach 24 Stunden langem Aufbewahren im Brutschrank geronnen. Bei Zimmertemperatur tritt Gerinnung der rohen Milch zwischen 24 und 48 Stunden ein, während die biorisierten Proben nach 4 Tagen noch nicht geronnen sind.

Das Ergebnis des Versuches in bezug auf die eingeimpften Keime und die in der Milch schon enthaltenen Keime läßt sich dahin zusammenfassen:

1. Die Zahl der natürlich in der Milch vorhandenen Keime ist ganz bedeutend herabgesetzt (von unzähligen Keimen bis auf die Höchstzahl von 16000 Keimen im ccm).

2. Bact. coli comm. und Bac. cyanogenus sind vernichtet, dagegen sind eingebrachte Mastitisstreptokokken und ursprünglich vorhandene Milchsäurestreptokokken noch in lebensfähigem Zustand, bei einer Biorisatortemperatur von 73° C.

Die Ergebnisse der biologisch chemischen Untersuchung sind aus den Tabellen I und II ersichtlich.

Versuch XIVa. 9. 5. 14.

3 l als roh von einer Molkerei bezogene Milch werden mit einer Kochsalzaufschwemmung boviner Tuberkelbacillen, Stamm P. 8 infiziert, der Biorisation bei möglichst niederer Temperatur unterzogen unter Verwendung der Düse, die bei 3 Atm. Druck 12 l Stundenleistung ergibt. Es wurden 3 Proben zur Prüfung auf das Verhalten der eingebrachten Tuberkelbacillen entnommen und zwar:

Probe	I:	72,5—71°	3	Atm. Druck	1	Liter Milch
„	II:	71°	3	„ „	200	ccm „
„	III:	71,0—71,5°	3	„ „	750	„ „

Mikroskopisch waren in den Ausstrichen aus den einzelnen Milchproben in jedem Gesichtsfeld Tuberkelbacillen zu beobachten. Der Versuch ist insofern nicht ganz einwandfrei, da die Kontrolltiere durch ein Versehen nach 8 Tagen umkamen. Der verwendete Stamm P. 8 war aber sicher virulent, da er dauernd im Laboratorium für Infektionen verwendet wurde und auch bei den hier angestellten Versuchen IV und XVII die Infektionsfähigkeit für Meerschweinchen festgestellt worden ist.

Probe I, verimpft am 9. 5. 14 an Meerschweinchen Nr. 251—254, die Tiere waren bis zum 10. 7. 14 vollkommen gesund und in gutem Ernährungszustand.

Probe II, verimpft am 9. 5. 14 an Meerschweinchen Nr. 255—258 und
„ III, „ „ 9. 5. 14 „ „ „ 259—262, auch diese 8 Tiere waren am 10. 7. 14 vollkommen gesund.

Die Tiere wurden, da vollkommen gesund, noch zu anderen Versuchen (Komplementlieferung usw.) verwendet, bei den Sektionen waren tuberkulöse Erkrankungen nicht zu beobachten.

Dieser Versuch zeigt, daß künstlich roher Milch zugesetzte Tuberkelbacillen durch Biorisieren bei Temperaturen auch von nur 71—72,5° ihre Infektionsfähigkeit für Meerschweinchen eingebüßt haben.

Versuch XV. 18. 5. 14.

Bei diesem Versuch wurde die Wirkung der Biorisation bei etwa 75° mit der kurzdauernden Erhitzung der Milch in einem Gefäß auf 75° verglichen. 6 l rohe am Tage des Versuches von Kühen des Geländes ermolkene Milch standen zur Verfügung. Die Milch wurde mit in Kochsalzlösung aufgeschwemmten 24 Stunden alten Kulturen von Staphylokokken (pyog. aureus) und Voldagsenbacillen sowie mit 24 Stunden alten Milchkulturen von als Galtstreptokokken[1]) bezeichneten Kokken infiziert. Die Staphylokokken bildeten nur wenig Farbstoff, wuchsen aber sonst charakteristisch, die Voldagsenbacillen entfärbten Malachitgrünplatten charakteristisch. Die Galtstreptokokken brachten Milch nach 24 Stunden zur Gerinnung, wuchsen auf Drigalskiplatten als kleine den Agar rötende Kolonien und in Bouillon unter schwacher Trübung mit sandigem Bodensatz, im Ausstrich waren sie als kurzgliedrige Ketten zu beobachten. Von den biorisierten Milchproben wurden 2 bei 74,5° aufgefangene Proben von etwa je 1 l untersucht. Der Versuch wurde unter Verwendung der Düse 3 Atm. 10 Liter Stundenleistung, die auch erreicht wurde, angestellt und verlief normal. Ferner wurden 2 Proben zu je $^3/_4$ l der gleichartig infizierten Milch in 2 Liter fassenden mit Rückflußkühler und Thermometer versehenen Stehkolben in einem großen lebhaft siedenden Wasserbad unter fortwährendem Umschwenken binnen 4 Minuten bis auf 75° erhitzt, dann sofort in einem Gefäß mit Eiswasser auf 17° in etwa 8 Minuten abgekühlt. Das Thermometer wurde mitten in der Flüssigkeitsschicht gehalten.

Die so behandelten Proben wurden bakteriologisch und biologisch chemisch untersucht.

Die eingesäten Keime konnten auf den aus der rohen infizierten Milch angelegten Platten isoliert werden. Die beiden biorisierten und die auf 75° erhitzten

[1]) Vergl. dazu das über pathogene Streptokokken Angeführte; Versuch XII.

Versuch XV.

Platten-art	Beob-achtet nach Stdn.	Rohe infizierte Milch	Biorisierte Probe I 74,5°	Biorisierte Probe II 74,5°	Kurze Zeit auf 75° erhitzte Probe a	Kurze Zeit auf 75° erhitzte Probe b
0,01 ccm Milch in 10 Agar	1 × 24	schon nach 24 Stunden vollständig überwuchert	makroskopisch noch nichts zu sehen; unter dem Mikroskop kleine Kolonien	wie bei I	makroskopisch noch nichts zu sehen; unter dem Mikroskop deutlich kleinste Kolonien	wie bei a
	4 × 24	—	keine Vergrößerung und Vermehrung der kleinsten Kolonien, Ausstrich ergibt fast ausschließlich kurzgliedrige Streptokokken, kaum andere Keime, etwa 300 im ccm	wie bei I	wie bei Probe I	desgl.
0,1 ccm Milch in 10 Agar	1 × 24	vollkommen überwuchert	an Zahl kaum mehr wie bei 0,01, bloß mit dem Mikroskop erkennbare kleinste Kolonien			
	4 × 24		keine Änderung in Zahl und Größe der Kolonien, Ausstriche ergeben fast ausschließlich kurzgliedrige Streptokokken			
0,01 ccm Milch in 10 ccm Gelatine	1 × 24	ziemlich viele kleine Kolonien	steril	steril	steril	steril
	6 × 24	n. 2 × 24 Stunden vollkommen verflüssigt	kleinste, bloß mit dem Mikroskop erkennbare Kolonien, Ausstrich ergibt kurzgliedrige Streptokokken, Zahl der Keime etwa 800		wie bei I und II	
0,1 ccm Milch in 10 ccm Gelatine	1 × 24	viele kleine Kolonien an Zahl entsprechend mehr	steril	steril	steril	steril
	6 × 24	Platte vollkommen verflüssigt	kleinste bloß unter dem Mikroskop sichtbare Kolonien an Zahl entsprechend mehr, Ausstrich kurzgliedrige Streptokokken		stellenweise verflüssigt, daraus größere Kokken isoliert und an den nicht verflüssigten Stellen kleinste Kolonien wie bei I u. II: kurzgliedrige Kettenkokken	
0,01 ccm Milch auf Blauplatte	1 × 24	unter Blaulassung der Platte üppig bewachsen, nur an einigen Stellen spärlicher rötlicher Schimmer	kleine mäßig zahlreich den Agar rötende Kolonien angegangen		zahlreiche kleine den Agar rötende Kolonien angegangen	
	3 × 24	nach vorübergehender Rötung der Platte wieder vollkommen blau	keine Veränderung im Aussehen und Größe sowie Zahl der Kolonien. Ausstrich kurzgliedrige Kettenkokken		desgl. wie bei I u. II, Zahl der Kolonien	
0,01 ccm Milch auf Grünplatte	1 × 24	unter Entfärbung üppig bewachsen	steril	steril	2 den Agar entfärbende Kolonien	steril
	3 × 24		steril	steril	3 größere den Agar entfärbende Kolonien	steril

Proben zeigen in der Zahl und in der Art der überlebenden Bakterien bis auf die eine Probe a, bei der 3 Kolonien des Voldagsenbacillus angegangen waren, keinen Unterschied. Die bakterienvernichtende Wirkung ist bei beiden Arten der Erhitzung gleichwertig. Die eingeimpften Galtstreptokokken sind nicht abgetötet, da die wieder isolierten Keime das gleiche Verhalten zeigten wie die benutzte Kultur; Milchsäurestreptokokken konnten in der rohen Ausgangsmilch, die allerdings wenige Stunden nach dem Melken verarbeitet wurde, nicht gefunden werden.

Die biologisch chemischen Untersuchungen der auf verschiedene Art erhitzt gewesenen Milchproben zeigen keine wesentlichen Unterschiede in bezug auf die Beeinflussung der Fermente im Vergleich zur rohen Milch. Die Schardingersche F. M.-Probe trat bei der rohen Milch schon verzögert auf, bei den behandelten Milchproben überhaupt nicht mehr, ebenso waren die die Oxydase anzeigenden Reaktionen verzögert. Die Refraktometergrade der behandelten Milchproben waren nur um einige Zehntel Grade niedriger als bei der rohen Milch. Die Erhitzung der Milch im Gefäß hat einen geringeren Einfluß auf die Gerinnung des Albumins als die Biorisierung, was eine Bestätigung in den Versuchen von Jensen findet, der feststellen konnte, daß bei etwa 75° biorisierte Milch und erst $^1/_2$ Stunde lang bei 63—70° pasteurisierte Milch einen etwa gleich großen Verlust an gerinnungsfähigem Eiweiß erleiden.

Versuch XVI. 26. 5. 14.

Versuch zur Anstellung einer Kostprobe.

12 l rohe am Morgen des Versuchstages auf dem Gehöft des Amtes ermolkene Milch wurden der Biorisation unterworfen. Der Apparat arbeitete ordnungsmäßig, Düse 3 Atm. Druck 12 l Stundenleistung. Der Druck wurde mit Hilfe verdichteter Luft erzeugt. Zur Vergleichung wurden Proben derselben rohen, einer wie im Haushalt üblich im Emailletopf aufgekochten und 2 bei verschiedenen Temperaturen biorisierten Proben Milch verwendet und zwar

Probe III und IV: 75,5—76° 3,2 Atm. Druck 2 l,
„ V „ VI: 73,5 – 72° 3,3 „ „ 2 l.

Für die Kostproben wurden die drei Arten Milch auf gleiche Temperatur gebracht und fünf Herren ohne Kenntnis der Behandlung der Milch vorgesetzt. Die im Emailletopf aufgekochte Milch wurde dem Geruch nach als solche ohne weiteres erkannt und von den rohen und den biorisierten Proben im Geschmack als abweichend bezeichnet, ein Unterschied zwischen der rohen und der biorisierten Milch wurde weder im Geschmack noch im Geruch festgestellt. Ein Herr fand die biorisierten Proben etwas süßer im Geschmack. Da die rohe Milch sofort nach dem Melken aus dem Stall entfernt und das Melken sauber vorgenommen wurde, ist das Fehlen des Stallgeruches und spezifischen Kuhmilchgeschmackes erklärlich.

Die bakteriologische Prüfung der Milch ergab, daß von der geringen in der rohen Milch enthaltenen Keimzahl, etwa 2000 im ccm auf Agar geprüft, die aus den biorisierten Proben angelegten Agarplatten bis nach 3 Tagen steril blieben.



Die Guajak- und Rothenfußersche Probe trat bei den biorisierten Milchproben verzögert und schwächer auf als bei der rohen Milch. Die Labprobe war ebenfalls verzögert, sonst aber gleichartig. Die Schardingersche Formaldehyd-Methylenblauprobe blieb schon bei der rohen Milch aus. Aus Wasserstoffsuperoxyd wurde von der rohen Milch nach 2 Stunden 1,0 ccm, nach 22 Stunden 1,5 ccm aus den biorisierten Milchproben auch bis nach 22 Stunden nur 0,4 ccm Sauerstoff abgespalten. Die rohe Milch war bei Zimmertemperatur aufbewahrt nach 48 Stunden, die biorisierten nach Ablauf dieser Zeit nicht geronnen. Der Säuregrad der 4 Tage lang bei Zimmertemperatur aufbewahrten, nicht geronnenen biorisierten Milchproben hatte sich kaum verändert, von 6,2° rohe Milch bis zu 6,75°. Aus den Proben konnten Milchsäurestreptokokken nicht gezüchtet werden, dagegen sporentragende Stäbchen, die steriler Milch nach 2 Tagen bei 37° einen dumpfen, muffigen Geruch verliehen, ohne sie zur Gerinnung zu bringen. Der Geschmack der biorisierten Milchproben war bis nach 3 Tagen bei Zimmertemperatur einwandfrei, von da an aber unrein. Also zeigt sich auch hier bei verhältnismäßig sauber und schnell verarbeiteter Milch, daß eine lang dauernde Haltbarkeit durch die Biorisation nicht erreicht wird, sondern die Milch ebenso wie pasteurisierte Milch nach längerem Aufbewahren verdirbt.

Versuch XVII. 6. 6. 14.

(Wiederholung des Versuches XIV.)

6 Liter nur wenige Stunden alte rohe Milch vom Gelände des Amtes wurden mit einer Kochsalzaufschwemmung boviner Tuberkelbacillen, Stamm P. 8, Bouillonkultur, infiziert und der Biorisation unterworfen. Es wurde bei diesem Versuch der erforderliche Druck mit Hilfe verdichteter Luft hergestellt, der Versuch verlief normal; Düse 4 Atm. Druck 12 Liter Stundenleistung.

Probe						
Probe I:	72—71,5°	3,7	Atm.	Druck	400 ccm	Milch
„ II:	68—69°	4,0	„	„	200 „	„
„ III:	67°	4,0	„	„	150 „	„
„ IV:	64—62°	4,0	„	„	150 „	„

Biologisch chemische Untersuchungen wurden nicht angestellt. Die mit der sinkenden Temperatur abnehmende keimvernichtende Wirkung der Biorisation wird durch Verimpfung von je 0,01 ccm Milch in 10 ccm Agar veranschaulicht (Plattenguß).

Rohe Milch		nach	24	Stunden	bei	37°	35000	Keime im	ccm
Probe I:	72—72,5°	„	24	„	„	37°	25	„ „	„
„ II:	68—69°	„	24	„	„	37°	79	„ „	„
„ III:	67°	„	24	„	„	37°	85	„ „	„
„ IV:	64—62°	„	24	„	„	37°	234	„ „	„

Es ist zu berücksichtigen, daß die Milch an Ort und Stelle sauber ermolken und 3—4 Stunden danach verarbeitet wurde.

Mikroskopisch sind in den Ausstrichen der für die Verimpfung an Meerschweinchen verwendeten Proben nur mäßig viele Tuberkelbacillen zu beobachten. Die Infektion geschieht in bekannter Weise.

Impfung am 6. 6. 14.

Probe I an Meerschweinchen Nr. 267—270.

Nr. 269 tot am 19. 6., Todesursache Peritonitis und Enteritis, keine Tuberkulose.

Nr. 267, 268 und 270 getötet am 4. 8. 14, die drei Tiere sind gesund.

Probe II an Meerschweinchen Nr. 271—274.

Nr. 271 getötet am 22. 7. 14, Impftuberkulose.

„ 273 „ „ 22. 7. 14 } Absceß an der Impfstelle, allgemeine Impftuber-
„ 274 „ „ 22. 7. 14 } kulose.

„ 272 tot am 16. 6. 14, hämorrhagisches Ödem am Bauch, Absceß an der Impfstelle, Peritonitis, Milztumor, keine Tuberkulose.

Probe III an Meerschweinchen Nr. 275—278.

Nr. 276 tot am 16. 7. 14, Kniefaltendrüsen bohnengroß und verkäst.

Nr. 275, 277 und 278 getötet am 4. 7. 14, Kniefaltendrüsen bohnengroß und Tuberkulose der Milz.

Probe IV an Meerschweinchen Nr. 279—282, getötet am 4. 7. 14, Kniefaltendrüsen bohnengroß, Tuberkulose der Milz und Leber.

Kontrolle: an Meerschweinchen Nr. 283—286.

Nr. 283 tot am 1. 7. 14, Lymphdrüsen mäßig vergrößert, an der Milz keine Veränderungen, an der Leber weißliche sehr kleine Punkte; der eitrige Inhalt der Kniefaltendrüsen zeigt im Ausstrich zahlreiche Tuberkelbacillen.

Nr. 284, 285 und 286 getötet am 21. 7. 14, Absceß an der Impfstelle, allgemeine Impftuberkulose.

Der Versuch zeigt, daß bei 72—72,5° biorisierte Milch für Meerschweinchen infektionsfähige Tuberkelbacillen nicht mehr enthält, dagegen hatten die Temperaturen von 68—69°, 67° und 64—62° nicht mehr vermocht, diese zu vernichten, auch scheint kaum eine Abschwächung der Tuberkelbacillen bewirkt worden zu sein.

Versuch XVIII. 11. 6. 14.

2¹/₄ Liter Milch einer eutertuberkulösen Kuh, die bei der Ankunft zum Teil schon geronnen ist, der Säuregrad beträgt 30,0, Gerinnung beim Aufkochen, wird nach gründlichem Durchschütteln durch ein Mulltuch gegossen und das Filtrat der Biorisation unterworfen. Trotz der Beschaffenheit der Milch geht die Biorisation glatt vor sich, alle Proben enthalten Gerinnsel. Beim Zentrifugieren der Proben setzt die Milch einen dicken Bodensatz ab, mittlere Schicht trübe Molke, an der Oberfläche Rahm. Das Rahm-Bodensatzgemenge wird mit wenig Kochsalzlösung aufgenommen und mit Hilfe einer weiten Kanüle an Meerschweinchen verimpft. Mikroskopisch lassen sich nur wenig Tuberkelbacillen nachweisen. Die Milch enthält, wie die Verimpfung von 0,01 ccm Milch in 10 ccm Agar und Plattenguß ergibt, zahlreiche verschiedene Keime; die aus der rohen Milch angelegte Platte ist nach 24 Stunden vollkommen überwuchert und riecht unangenehm fäkalartig, die aus den biorisierten Proben mit gleichviel Material, 0,01 ccm, angelegten Platten sind auch mit unzähligen Keimen bewachsen, nur fehlt bei diesen der unangenehme Geruch, die Platten wurden

nicht weiter untersucht. Die bakterienvernichtende Wirkung der Biorisation bei einer so hochgradig verunreinigten Milch ist gering. Für praktische Verhältnisse kommt eine derartig verunreinigte Milch nicht in Betracht. Wegen der starken Infektion der Milch mußte mit einem großen vorzeitigen Verlust an Meerschweinchen gerechnet werden. Biologisch chemische Untersuchungen wurden mit den Milchproben nicht angestellt.

Für die Verimpfung an Meerschweinchen wurden folgende Proben verwendet.

Probe	I:	75°	4	Atm. Druck	150	ccm Milch
„	II:	73,5—72°	4	„ „	300	„ „
„	III:	71,5°	4	„ „	200	„ „
„	IV:	68—70°	4	„ „	100	„ „

Impfung am 11. 6. 14.

Probe I an Meerschweinchen Nr. 287—290, am 13. 6. alle Tiere tot infolge der Impfung, Bauchfellentzündung.

Probe II an Meerschweinchen Nr. 291—294.

Nr. 291, 292 und 294 tot am 13. 6. 14, Bauchfellentzündung.

Nr. 293 am 4. 8. getötet, gesund.

Probe III an Meerschweinchen Nr. 295—298.

Nr. 297 und 298 am 13. 6. tot, Bauchfellentzündung.

Nr. 295 und 296 getötet am 4. 8. 14, gesund.

Probe IV an Meerschweinchen Nr. 299—302.

Nr. 301 und 302 tot am 16. 6., Bauchfellentzündung.

Nr. 299 tot am 16. 7., Kniefaltendrüsen bohnengroß, verkäst, Ausstrich reichlich Tuberkelbacillen.

Nr. 300 am 4. 8. 14 getötet, gesund, keine tuberkulösen Veränderungen zu finden.

Kontrolle: Meerschweinchen Nr. 303—306.

Nr. 304 und 306 tot am 13. 6., Bauchfellentzündung.

Nr. 305 tot am 15. 6., hämorrhagisches Ödem am Bauch und Peritonitis.

Nr. 303 tot am 22. 7., mäßige Impftuberkulose.

Der unter ungünstigen Bedingungen angestellte Versuch mit geronnener tuberkulöser Milch ergibt, daß die bei 71,5° biorisierte Milchprobe für Meerschweinchen infektionsfähige Tuberkelbacillen nicht mehr enthält, wohl aber die bei 68—70° behandelte Milch.

8 Versuche wurden zur Prüfung der Wirkung der Versuchsapparatur von 12 l Stundenleistung gegenüber Milch, die mit Tuberkelbacillen infiziert war, angestellt, davon:

3 Versuche mit 11 verschiedenen Proben künstlich mit Reinkulturen boviner Tuberkelbacillen infizierter Milch,

1 Versuch mit 5 verschiedenen Proben künstlich mit Reinkulturen humaner Tuberkelbacillen infizierter Milch,

5 Versuche mit 11 verschiedenen Proben natürlich infizierter Milch verschiedener eutertuberkulöser Kühe.

Es geht daraus hervor, daß die Milchproben, die bei einer Temperatur von mindestens 71° und darüber bis 78° biorisiert wurden, von für Meerschweinchen infektionsfähigen Tuberkelbacillen befreit worden waren, während die Temperaturen von 70° abwärts zur Vernichtung nicht ausreichten.

Biologisch-chemischer Teil.

Der Übersichtlichkeit wegen sind die Ergebnisse der Beobachtungen über das biologisch chemische Verhalten der biorisierten Milch im Vergleich zur rohen und ungekochten Milch in Tabellen aufgezeichnet. In Tabelle I die Refraktometergrade und das Verhalten der Tetraseren der einzelnen Proben beim längeren Erwärmen auf verschiedene Temperaturen und die sich daraus ableitenden Ergebnisse, und zwar in den Spalten

1: die Nummern der einzelnen Versuche.

2: Herkunft der verwendeten Milch.

3: die Nummern der bei den einzelnen Versuchen herausgegriffenen Proben.

4: die Temperaturgrade und der Druck, bei der die Milch den Biorisator durchlaufen hat, gemessen am Ablaufrohr des Biorisators.

5: die Refraktometergrade der Tetraseren der rohen (Rr) und der 20 Minuten im kochenden Wasserbad erhitzten Milch (Rg) und die Differenz beider.

6: die der Differenz entsprechende Menge Albumin errechnet durch Multiplikation der Differenzzahl mit der einem Refraktometergrad entsprechenden Menge Stickstoff in Grammen (0,0329) und dem Faktor für Albumin 6,34. Die Zahl gibt also an, welche Menge hitzegerinnungsfähiges Eiweiß in der jeweiligen Versuchsmilch enthalten ist.

7: die Refraktometergrade der Seren der rohen und der biorisierten Milch und die Differenz beider, die Zahl zeigt, daß durch die Biorisierung Eiweiß zur Gerinnung gebracht worden ist.

8: die Menge geronnenen Albumins erhalten durch Multiplikation der Differenzzahl mit dem Stickstoff- und dem Albuminfaktor.

9: Differenz des Gesamtalbumins (6) und des durch die Biorisierung geronnenen Albumins (8).

10: Menge des in der biorisierten Milch noch gelösten Albumins, bezogen auf das in der verwendeten Milch enthaltene Gesamtalbumin (6) in Prozenten ausgedrückt.

11: Menge des in der biorisierten Milch unverändert gebliebenen Eiweiß, in Prozenten ausgedrückt, bezogen auf den mittleren Gesamteiweißgehalt der Milch nach König, 3,5%.

12: Verhalten der Tetraseren der rohen, gekochten und biorisierten Milch beim Erhitzen auf verschiedene Temperaturen im Wasserbad von 65°, 70°, 75° und 100°.

Die in der Tabelle I verzeichneten Refraktometergrade wurden, wie erwähnt, nach der Vorschrift von Pfyl und Turnau mit Hilfe des Zeißschen Eintauchrefraktometers bei 17° ermittelt. Die Werte für die Seren der Milchproben eines Versuches bei gleicher oder annähernd gleicher Temperatur und nur geringen Druck-

Tabelle

1	2	3	4	5	6	7	8
Versuchsnummer	Herkunft und Art der Milch	Biorisierte Milchprobe Nr.	Biorisiertemperatur und Druck	Refraktometergrad der rohen und gekochten Milch und Differenz Rr—Rg =	Menge der geronnenen Eiweißsubstanz, Albumin in g	Refraktometergrade der rohen und der biorisierten Milchproben und Differenz Rr—Rb =	Menge der geronnenen Eiweißsubstanz, Albumin in g
II	als roh bezogen vom Schweizerhof	I	74,5° / 3,5	44,0 / 41,0 / 3,0	0,6258	44,0 —43,0 = 1,0	0,2086
		II	74,5—76° / 3,65			44,0 —43,05 = 0,95	0,1982
		III	75—76° / 3,8			44,0 —43,05 = 0,95	0,1982
		VII	75,8—76° / 3,8			44,0 —43,02 = 0,98	0,2054
III	als roh bezogen	IV	73—76° / 3,5	42,68 / 41,0 / 1,68	0,3504	42,68—42,18 = 0,50	0,1043
		VI	74° / 3,25			42,68—42,2 = 0,48	0,1001
		VIII	74—76° / 3,25			42,68—42,11 = 0,57	0,1189
		II	74—76° / 3,5			42,68—42,1 = 0,58	0,1210
V	als roh bezogen	III	76—76,5° / 4,0	42,5 / 40,4 / 2,1	0,4359	42,5 —41,6 = 0,9	0,1877
		V	76,5—77° / 4,0			42,5 —41,6 = 0,9	0,1877
		VI	77—77,5° / 4,0			42,5 —41,6 = 0,9	0,1877
VIII	vom Schweizerhof	I	73—75° / 3,0	43,25 / 40,20 / 3,05	0,6362	43,25—42,03 = 1,22	0,2545
		VII	72,5—73,0° / 3,0			43,25—42,15 = 1,10	0,2304
		IX	73,0° / 3,0			43,25—42,10 = 1,15	0,2398
IX	von eutertuberkulöser Kuh	I—III	76—74° / ca. 3,0	43,22 / 38,40 / 4,82	1,006	43,22—42,00 = 1,22	0,2545
X	vom Schweizerhof	V	75,5—75° / 3,0	43,86 / 40,86 / 3,0	0,6258	43,86—42,63 = 1,23	0,2566
		IX	75—76° / 3,0			43,86—42,75 = 1,11	0,2315
		III	5 Minuten lang auf 75° erhitzte Milch			43,86—42,65 = 1,21	0,2524
		IV				43,86—42,7 = 1,16	0,2420

I.

9	10	11	12		
Menge des in der biorisierten Milch noch gelösten Albumins in g	Menge des in der biorisierten Milch noch gelösten Albumins in %	Menge der in der biorisierten Milch unverändert erhaltenen Gesamteiweißsubstanz, bezogen auf 3,5 % in %	Verhalten der Tetraseren beim Erhitzen auf verschiedene Temperaturen		
			der rohen Milch	der gekochten Milch	der biorisierten Milch
0,4172 0,4276 0,4276 0,4204	66,7 68,3 68,3 67,2	rund 94,0	auf 75° starke Flokkenbildung auf 100° Abscheidung großer Flokken in reichlicher Menge	auf 75° keine Veränderung, bleibt blank auf 100° feinflockige Abscheidung, Menge sehr gering, in der Kälte geringer werdend	auf 75° starke Trübung, feinflockig auf 100° flockige Abscheidung, Menge schätzungsweise geringer als bei roher Milch
0,2461 0,2503 0,2315 0,2294	70,2 71,4 66,1 65,5	rund 97,0	bei 73° flockiger, in der Kälte unlöslicher Niederschlag bei 100° großflockige Abscheidung	bei 75° blank bei 100° trübe, in der Kälte fast blank	bei 73° wie bei der rohen Milch bei 100° großflockige Abscheidung
0,2482 0,2482 0,2482	70,9 70,9 70,9	94,6 94,6 94,6	bei 65° Trübung bei 70° stärkere Trübung und flockige Abscheidung bei 100° dicke Flokkenbildung, in der Kälte unlöslich	bei 65° unverändert bei 70° unverändert bei 100° deutliche Trübung, die sich beim Abkühlen löst	bei 65° Trübung, aber schwächer als bei der rohen Milch bei 70° wie bei der rohen Milch bei 100° reichliche Flockenbildung, in der Kälte unlöslich
0,3817 0,4058 0,3964	60,00 63,8 62,3	92,7 93,4 93,1	bei 65° deutliche flockige Abscheidung bei 100° reichliche flockige Abscheidung	bei 65° unverändert bei 100° Trübung in der Kälte fast ganz verschwindend	bei 65° deutliche Trübung, aber kaum flockig, Menge des Ng geringer als bei der rohen bei 100° wie rohe Milch, Menge fast gleich
0,7515	74,7	92,7	bei 65°—70° starke flockige Abscheid. bei 100° starke flokkige Abscheidung	bei 65—70° unverändert bei 100° Trübung, in d. Kälte fast löslich	bei 65-70° w. b. roher, aber etwa 1/4 weniger bei 100° w. rohe Milch, Menge geringer
0,3692 0,3943 0,3734 0,3888	59,00 63,0 59,7 61,3	92,7 93,4 92,8 93,1	bei 65° kleinflockige Abscheidung bei 100° starke flokkige Abscheidung	bei 65° unverändert bei 100° kleinflockig. Ng, nur eine Spur, auch in der Kälte	bei 65° V und IX wie rohe Milch, aber Menge gering., III u. IV bloß schw. Trüb. bei 100° V u. IX wie rohe Milch, Menge geringer; III u. IV kleinflockiger Ng; die Menge geringer als bei roher und bei V und IX.

1	2	3	4	5	6	7	8
Versuchsnummer	Herkunft und Art der Milch	Biorisierte Milchprobe Nr.	Biorisiertemperatur und Druck	Refraktometergrad der rohen und gekochten Milch und Differenz Rr—Rg =	Menge der geronnenen Eiweißsubstanz, Albumin in g	Refraktometergrade der rohen und der biorisierten Milchproben und Differenz Rr—Rb =	Menge der geronnenen Eiweißsubstanz, Albumin in g
XII	Milch vom Gehöft des R.-G.-A.	I	75—74° / 3,0	41,85 / 39,8 / 2,05	0,4276	41,85—41,35 = 0,50	0,1048
		III	74,5—74° / 3,0			41,85—41,25 = 0,60	0,1252
		VII	77° / 3,0			41,85—41,15 = 0,70	0,1460
XIV	Milch vom Schweizerhof	I	72,5—71,0° / 3,0	43,2 / 40,1 / 3,1	0,6279	43,2 —42,1 = 1,1	0,2305
		IV	72—73° / 3,0			43,2 —42,25 = 0,95	0,1982
		V	72,5—72° / 3,0			43,2 —42,05 = 1,15	0,2398
XV	Mischung von Milch vom Gelände des R.-G.-A. und vom Schweizerhof	I	74,5° / 3,0	41,95 / 39,95 / 2,0	0,4172	41,95—41,5 = 0,45	0,0939
		II	74,5° / 3,0			41,95—41,5 = 0,45	
		III	bis auf 75° erhitzte Milch			41,95—41,75 = 0,2	0,0417
		IV				41,95—41,75 = 0,2	

schwankungen weichen voneinander ab. Die Innehaltung absolut gleicher Temperaturen und gleichen Druckes ist, wie auch von dem Hersteller des Apparates angegeben und oben erwähnt worden ist, nicht möglich. Diese Schwankungen beeinflussen die Versprayung und die Geschwindigkeit des Durchlaufes und somit auch die Teilchengröße und die Dauer der Erhitzung der Milch. Die für die Untersuchung entnommenen Proben von zumeist $^3/_4$—1 l Milch bestehen also aus innerhalb geringen Grenzen verschieden hoch und lang erhitzten Milchanteilen. Bei der Empfindlichkeit der Eiweißstoffe, des Albumins und Globulins, gegen Hitze, vor allem in der Nähe des Gerinnungspunktes 72° einerseits und der Empfindlichkeit der Methode der Messung der Refraktometergrade andererseits sind diese Umstände nicht ohne Einfluß auf das Ergebnis der erhaltenen Zahlen.

Die Bestimmungen erfüllen aber ihren Zweck, denn aus den erhaltenen Werten geht hervor, daß trotz der Erhitzung auf etwa 75° nur ein relativ kleiner Teil des in der Milch enthaltenen Albumins gerinnt, aber auch der Beweis erbracht ist, daß entgegen der Annahme des Erfinders des Apparates und der meisten anderen Untersucher der Rohcharakter der Milch verändert wird. Nur Jensen gibt an, daß durch

9	10	11	12		
Menge des in der biorisierten Milch noch gelösten Albumins in g	Menge des in der biorisierten Milch noch gelösten Albumins in %	Menge der in der biorisierten Milch unverändert erhaltenen Gesamteiweißsubstanz, bezogen auf 3,5 % in %	Verhalten der Tetraseren beim Erhitzen auf verschiedene Temperaturen		
			der rohen Milch	der gekochten Milch	der biorisierten Milch
0,3233	75,6	97,1	bei 65—68° flockiger Ng	bei 65—68° unverändert	bei 65—68° wie bei der rohen Milch, aber an Menge weniger
0,3024	70,7	96,4			
0,2816	70,3	95,8	bei 100° großflockiger Ng	bei 100° unverändert	bei 100° wie bei der rohen, Menge gleich
0,3974	63,3	93,4	bei 65—70° starke Trübung und Ng-bildung	bei 65—70° unverändert	bei 65—70° wie rohe Milch, Menge geringer
0,4282	68,5	94,3	bei 100° großflockige Ausscheidung	bei 100° starke Trübung, in der Kälte fast blank	bei 100° wie bei der rohen Milch, Menge gleich
0,3881	61,8	93,2			
0,3233	77,5	97,3	bei 65—70° deutliche flockige Ausscheidung	bei 65—70° unverändert	bei 65—70° I und II Trübung, geringe flockige Ausscheidung, III und IV Trübung, aber keine Flockenbildung
	77,5	97,3			
0,3755	90,0	98,8			
	90,0	98,8	bei 100° großflockige Ausscheidung	bei 100° getrübt, in der Kälte wieder blank	bei 100° I u. II u. III u. IV gleichartig wie rohe, Menge geringer

die Biorisierung und schonende Pasteurisierung, etwa ½ Stunde lang bei 63—70°, ungefähr gleiche Anteile Albumin zur Gerinnung gebracht werden. Von anderer Seite scheinen quantitative Versuche über das in biorisierter Milch noch enthaltene Albumin nicht angestellt worden zu sein. Es wird angegeben, daß die Laktalbuminprobe positiv ausgefallen sei oder keine Angaben über die Bestimmungsart gemacht. Diese qualitativen Angaben stimmen mit den hier gemachten Beobachtungen beim Erwärmen der Tetraseren auf verschiedene Temperaturen und längere Zeit, z. B. auf 65°, 70 bis 75° und 100° überein. Mit steigender Temperatur bilden sich größere Mengen klein- oder großflockiger Niederschläge, die auch in der Kälte bestehen bleiben. Sie sind bei der rohen und biorisierten Milch im allgemeinen gleichartig, nur, wie auch die Refraktometergrade zeigen, der Menge nach verschieden. Die Tetraseren der 20 Minuten lang im kochenden Wasserbad erhitzten Milch zeigen erst bei 100° in der Wärme schwache Trübungen, die in der Kälte fast restlos verschwinden, sind also frei von Albumin. Diese Beobachtungen zeigen ebenfalls, daß beim Biorisieren bei 75° nur ein geringer Teil des Albumins zur Gerinnung gebracht ist; denn selbst bei 65° tritt nach längerem Erhitzen Flockenbildung, Abscheidung von Eiweiß auf, das bei

der kurzdauernden Erwärmung auf 75° im Biorisator nicht zur Gerinnung gebracht worden ist. Zur Erklärung dieser Befunde wird auf die von Pfyl und Turnau bei Mischungen roher und gekochter Milch mit Hilfe des Tetraserums gemachten Feststellungen hingewiesen (a. a. O. 280 u. 297). Danach zeigen die Tetraseren der biorisierten Milch etwa ein Verhalten wie die von Mischungen roher mit geringen Mengen gekochter Milch. Dieses Mischungsverhältnis ist hier ausgeschlossen, was allein schon der bakteriologische Befund zeigt. Betrachtet man die biorisierte Milch als Mischmilch, so besteht sie aus Milchanteilen, die verschieden hohen Temperaturen ausgesetzt gewesen sind, die einesteils Albumin zur Gerinnung gebracht, anderenteils es unverändert gelassen haben. Die Möglichkeit, daß Teile der Milch im Biorisator höher erhitzt gewesen sind, als die Temperatur am Ablaufthermometer angibt, ist bei seiner Bauart nicht ausgeschlossen.

Die geringen bei der Biorisierung geronnenen Mengen Albumins dürften auch nur geringgradig denaturiert und daher für die Ausnutzbarkeit bei der Ernährung nur unwesentlich beeinflußt sein.

Die Prüfung der Milch auf Flockenbildung, Gerinnselbildung durch abgeschiedenes Eiweiß, wurde vorgenommen, indem mehrere Kubikzentimeter der gut durchmischten Milchproben auf eine Glasplatte in dünner Schicht ausgebreitet und auf einer schwarzen Unterlage im auffallenden Licht mit einer Lupe betrachtet oder die Proben durch ein Papierfilter filtriert und auf etwaigen Rückstand geprüft wurden. Aus den Aufzeichnungen in der Tabelle II geht hervor, daß die rohe Milch keine oder nur ganz wenige Flocken enthielt, die 20 Minuten lang im kochenden Wasserbad erhitzte Milch Flockenbildung „Angelegtes" aufwies und die biorisierten Proben zum Teil feinste Flockenbildung zeigten. Das Auftreten der Flocken kann herrühren außer von der Gerinnung des Albumins oder Globulins bezüglich des dadurch bedingten „Angelegten" im normalen Verlauf, von der unvermeidlichen Gerinnung der Milch im Düsenraum zu Beginn des Versuches (erhöhte Temperatur). Die Temperatur des Dampfraumes ist etwa 20° höher als die der jeweils ablaufende Milch.

Der Geruch der Milch wurde an 18—20° warmer Milch geprüft. Die im kochenden Wasserbad 20 Minuten lang erhitzt gewesene Milch hatte immer deutlichen Kochgeruch, die biorisierten Milchproben rochen im Vergleich zur rohen Milch, die oft den typischen Geruch roher Kuhmilch hatte, nicht oder schwach rohmilchartig. Durch die feine Verteilung unter erhöhtem Druck und Mischung mit Luft im Biorisator bei 75° macht die Milch einen Lüftungsprozeß durch, der eine Befreiung von den oft auch unangenehm riechenden den typischen Kuhmilchgeruch bedingenden Gasen bewirkt. Dieser Entlüftungsprozeß hat auch zur Folge, daß der Geschmack der Milch günstig beeinflußt wird, wie sich bei den angestellten Geschmacksproben ergeben hat. Der Geschmack der biorisierten Milch ist im Vergleich zu roher Milch gleichartig oder besser, Kochgeschmack zeigte die biorisierte Milch nicht.

Der Säuregrad der biorisierten Milchproben im Vergleich zur rohen Milch ist um mehrere Zehntel Grade verringert, der durch den Verlust an Kohlensäure und durch eine möglicherweise erfolgte, aber nicht geprüfte Änderung in der Zusammensetzung der Milchsalze bedingt sein kann.

Die biorisierten Milchproben rahmten gut und meist schneller auf, nur war die Menge des Rahms schätzungsweise geringer als bei der rohen, was möglicherweise in einer teilweisen Homogenisierung durch die Versprayung unter Druck bei erhöhter Temperatur seinen Grund haben kann. Mikroskopisch betrachtet konnte ein merkbarer Unterschied in der Größe oder der Verteilung der Fettkügelchen nicht festgestellt werden. Ob die abgeschiedene Rahmmenge dichter war (höherer Fettgehalt), wurde nicht geprüft. Die Beobachtung des schnelleren Aufrahmens der biorisierten Milch deckt sich mit den von Burri und Tayssen erst nach Abschluß der Versuche veröffentlichten (von Weigmann zuerst beobachteten) Erfahrungen über die Erkennung von erwärmt gewesener Milch. Sie beobachteten, daß erwärmt gewesene Milch, besonders eine ½ Stunde lang auf 63° gehaltene — der sog. schonenden Pasteurisierung unterworfene Milch — sich durch die Schnelligkeit und Art der Aufrahmung von roher und höher als 63° erhitzter Milch unterscheidet. Auf biorisierte Milch erstrecken sich ihre Beobachtungen nicht. Nach ihren Angaben ist das Aufrahmungsvermögen der Milch diejenige Eigenschaft, die am stärksten durch Erwärmen beeinflußt wird und zur Beurteilung herangezogen werden kann, ob eine Milch erwärmt gewesen ist oder nicht.

Die Haltbarkeit der biorisierten Milch, die steril bei Zimmertemperatur oder im Eisschrank aufbewahrt wurde, währte in jedem Fall länger als die der rohen Milch. Sie war im Vergleich zur rohen Ausgangsmilch mindestens 24 Stunden, meist aber 48 Stunden länger haltbar und genußtauglich. Die biorisierte Milch verhält sich in dieser Beziehung ähnlich wie pasteurisierte Milch. Da bei beiden Verfahren bloß eine beschränkte Keimvernichtung erreicht wird, ist die Dauer der Haltbarkeit von der Beschaffenheit der Ausgangsmilch und der Behandlungs- und Aufbewahrungsweise der nach einem der beiden Verfahren gewonnenen Milch abhängig.

Die Labgerinnung war zeitlich nur wenig verzögert, die „Käschenbildung" war meist gleichmäßig in der rohen und der biorisierten Milch und das abgepreßte Serum fast klar. In einzelnen Fällen war das abgeschiedene Gerinnsel weicher als bei der unbehandelten Milch.

Die bei 37° angestellte Gärprobe ergab Gerinnung der rohen Milch meist nach 24 Stunden, während die biorisierten Proben mit einzelnen Ausnahmen erst nach 48 Stunden oder auch später gerannen. Diese Beobachtung erklärt sich durch die Art der Einwirkung der Biorisierung auf den Keimgehalt, besonders auf die Milchsäurebildner, die eine Schwächung erlitten haben.

Die Reduktaseprobe mit Methylenblau, die durch den Gehalt der Milch an Bakterien bedingt wird, war bei den gekochten, den biorisierten und auch den rohen Michproben binnen 4 Stunden bei 40—50° gleichartig, d. h. es trat Entfärbung nicht ein. Die Beobachtung wurde nicht länger ausgedehnt, da die Prüfung auf den Keimgehalt außerdem mit den bakteriologischen Methoden angestellt wurde.

Die Schardingersche Formaldehydmethylenblaureaktion, die durch das Vorhandensein eines originären Fermentes bedingt und durch eine vorausgegangene Erwärmung der Milch beeinflußt wird, trat in jedem Fall bei den biorisierten Milchproben im Vergleich zur rohen Milch verzögert ein. Das die Reaktion auslösende

Tabelle

1	2	3	4	5	6			7	8	
Nr. des Versuches	Nr. der einzelnen Milchproben	Temperatur bei der Biorisierung °	Aussehen der Milchproben	Aufrahmung der Milchproben	Säuregrad bei Zimmertemperatur			Geruch der biorisierten sowie der rohen und gekochten Milchproben	Haltbarkeitsdauer bei	
					am Tage des Versuches °	nach .... Stdn.	°		Zimmertemperatur	Eisschranktemperatur
II	rohe		normal	gut aufgerahmt	6,8	48 96	16,8 33,6	rohmilchartig	zwischen 24–48Std. geronnen	—
	gekochte		Flocken enthaltend	schwach aufgerahmt	6,0	72	6,8	Kochgeruch	—	—
Rohe Milch von einer Molkerei	II	74—76	wie rohe Milch, aber einige Flocken	gut aufgerahmt kein wesentlicher Unterschied im Vergleich zur rohen Milch	6,0	72	7,00	geruchlos im Vergleich zur rohen Milch, nicht mehr der ausgesprochene typische Geruch der frischen Kuhmilch	nach 4 × 24 Stunden noch flüssig	—
	III	76			6,4	72	7,0			—
	IV	73—76			6,4	72	7,0			—
	V	76			6,0	72	6,8			—
	VI	74			6,4	72	7,0			—
	VII	74,5			6,4	72	7,00			—
	VIII	76			6,3	72	6,8			—
III	rohe		normal	gut aufgerahmt	7,0	72	16,0	rohmilchartig	bis nach 2 Tagen nicht geronnen	wie bei Zimmertemperatur
Milch ebenfalls roh von einer Molkerei bezogen	gekochte		Flocken enthaltend	—	6,0	—	—	Kochgeruch	desgl.	desgl.
	I	74,5—75,5	wie rohe Milch, einige Flocken	gut aufgerahmt, aber weniger als bei der rohen Milch	6,0	—	—	geruchlos	bis nach 2 Tagen nicht geronnen	bis nach 4 Tagen nicht geronnen, genußtauglich
	II	75—76			6,2	72	11,6	„		
	III	76			6,4	72	7,0	„		
	VII	75,8			6,4	72	7,0	„		
V	rohe		normal, ohne Flocken	gut aufgerahmt	6,4	48	15,8	rohmilchartig	nach 48 Std. geronnen	wie bei Zimmertemperatur
Milch wie bei III	gekochte		wenige Flocken enthaltend	aufgerahmt, aber weniger als bei roher Milch	6,0	—	—	Kochgeruch	nach 48 Std. noch nicht geronnen	desgl.
	II	75—76		gut aufgerahmt, aber weniger als bei Rohmilch (1/2)	6,0	72	6,8	geruchlos	desgl. nach 8 × 24 Std. noch flüssig, genußtauglich	„
	III	76—76,5			6,4	72	—	„		„
	V	76,5—77,0			6,4	72	7,0	„		„
	VI	77—77,5			6,8	72	—	„		„

II.

9		10	11	12	13	14	15	16	
Art der Zersetzung nach . . . Tagen		Gärprobe bei 37° nach 24 Stunden	Labprobe	Formaldehyd-Methylenblauprobe nach Schardinger 45°	Methylenblauprobe	Guajakprobe	Rothenfußersche probe	Katalase . . . ccm O nach	
bei Zimmertemperatur	bei Eisschranktemperatur							2 Stdn.	24 Stdn.
nach 48 Std. geronnen, sauer riechend	—	geronnen	in 6′ geronnen	in 10′ entfärbt	nach 5 Std. noch nicht entfärbt	—	+	2,5	—
—	—	—	n. 20′ noch nicht geronnen, nach 24 Std. etwas geronnen	bis nach 4 Std. nicht entfärbt	desgl.	—	—	—	—
bis nach 4 Tagen (Dauer der Beobachtung) noch nicht grobsinnlich verändert, geruchlos (s. auch unter Säuregrad)	—	nach 24 Std. etwas geronnen	nach 20′ fest geronnen, nach 24 Std. gute Käschenbildung	in 12′ farblos	„	—	+	1,8	—
	—	n. 2 × 24 Std. nicht geronnen		„	„	—	+	1,0	—
	—	nach 24 Std. etwas geronnen		„	„	—	+	1,0	—
	—	desgl.		„	„	—	+	1,0	—
	—	nach 24 Std. etwas geronnen		„	„	—	+	1,0	—
	—	desgl.		„	„	—	+	1,0	—
	—	desgl.		„	„	—	+	1,5	—
n. mehrmals 48 Std. geronnen, sauer riechend	s. Spalte 8	nach 24 Std. geronnen	in 6′ geronnen	in 6′ farblos	nach 4 Std. nicht entfärbt	+	+	2,5	4,0
—	—	nach 48 Std. noch flüssig	nach 24 Std. nicht geronnen	nach 3 Std. noch blau	desgl.	—	—	0,5	0,5
bis nach 3 × 24 Std. genußtauglich, makroskopisch nicht verändert, danach schwach riechend	bis nach 5 Tagen makroskopisch unverändert, geruchlos, n. 8 Tagen geronnen, genußuntauglich	nach 48 Std. beginnende Gerinnung	in 10′ geronnen	n. 12′ farblos	„	+	+	1,0	1,2
			„	„	„	+	+	0,6	0,8
			„	„	„	+	+	0,6	1,1
			„	„	„	+	+	0,6	1,1
nach 48 Std. geronnen, angenehm säuerlich riechend	zwischen 48 u. 72 Std. verändert	nach 24 Std. geronnen, Serum klar abgesetzt	in 5′ geronnen	binnen 12′ noch nicht ganz farblos	erst nach über 5 Std. entfärbt	+	+	2,2	3,5
—	—	nach 24 Std. noch nicht, aber nach 48 Std. geronnen	nach 2 Std. noch nicht geronnen	bis nach 2 Std. unverändert blau	nach 18 Std. noch blau	—	—	0,5	0,8
bis nach 72 Std. geruchlos und makroskopisch nicht verändert, genußtauglich, später riechend	bis nach 4 × 24 Std. genußtauglich, spät. etwas dumpf riechend, fade schmeckend	erst nach 48 Std. geronnen, Nester klaren Serums angenehm riechend	in 5′ geronnen, aber nicht so fest wie rohe Milch		erst nach über 5 Std. farblos	(+)	+	1,5	2,8
						(+)	+	0,8	2,5
						(+)	+	1,0	2,0
						(+)	+	0,8	2,0

1	2	3	4	5	6			7	8	
Nr. des Versuches	Nr. der einzelnen Milchproben	Temperatur bei der Biorisierung °	Aussehen der Milchproben	Aufrahmung der Milchproben	Säuregrad bei Zimmertemperatur			Geruch der biorisierten sowie der rohen und gekochten Milchproben	Haltbarkeitsdauer bei	
					am Tage des Versuches °	nach .... Stdn.	°		Zimmertemperatur	Eisschranktemperatur
VIII	rohe		normal, ohne Flocken	gut aufgerahmt	6,4	24 96	6,8 12,0	rohmilchartig	n. 24 Std. noch nicht geronnen, n. 48 Std. geronnen	—
Milch wie bei III	gekochte		wenige Flocken enthaltend	1/2 der Rahmmenge der rohen	6,2	96	6,2	Kochgeruch	bis nach 48 Std. noch nicht geronnen; genußtauglich	bis nach 4 × 24 Std. noch flüssig, Geschmack nicht ganz rein
	I	73—75		1/2 der Rahmmenge der rohen Milch (rahmt schneller auf als rohe Milch)	6,6	96	6,6	kaum riechend, schwach rohmilchartig		
	VII	72,5—73			6,6	96	6,4			
	IX	73			6,8	96.	6,8			
IX	rohe		ohne Flocken, etw. gelblich	—	6,4	—	—	unangenehmer Stallgeruch	—	—
Milch einer eutertuberkulös. Kuh	gekochte		flockig	—	—	—	—	Kochgeruch	—	—
	I—III	76—74	etwas flockig	—	6,2	—	—	schwächer riechend als die rohe Milch	—	—
X	rohe		normal, kein Gerinnsel	gut aufgerahmt	6,8	—	s. Spalte 8	rohmilchartig	zwischen 24—48 Std. geronnen	—
	gekochte		große Flocken	etwa 1/2 weniger Rahm	6,2	—		Kochgeruch	—	—
Milch wie bei III	III	5 Minuten auf 75° erhitzte Milch	kleine Flöckchen	etwa 3/4 der Rahmschicht der rohen Milch	6,4	—		kaum Kochgeruch, nur wenig riechend	nach 4 Tagen noch nicht geronnen und geruchlos, Säuregrad 8,2, nach 5 Tagen verdorben	bis nach 5 Tagen nicht geronnen, geruchlos, Säuregrad 6,6
	IV				6,4	—		desgl.		
	V	75,5			6,4	—		geruchlos		
	VI	75			6,4	—		„		

9		10	11	12	13	14	15	16	
Art der Zersetzung nach . . . Tagen		Gärprobe bei 37° nach 24 Stunden	Labprobe	Formaldehyd-Methylenblauprobe nach Schardinger 45°	Methylenblauprobe	Guajakprobe	Rothenfußer-sche probe	Katalase . . . ccm O nach	
bei Zimmertemperatur	bei Eisschranktemperatur							2 Stdn.	24 Stdn.
zwischen 48 Std. und 72 Std. sauer	zwischen 48 Std. und 72 Std. sauer	nach 24 Std. geronnen	binnen 6' gelabt	binnen 5' farblos	bis nach 4 Std. unverändert blau	+	+	2,0	9,0
—	—	nach 48 Std. noch nicht geronnen	nach 24 Std. breiig geronnen	nach 2 Std. noch nicht entfärbt		—	—	0,9	1,0
nach 6 × 24 Std. sauer geronnen, nicht unangenehm schmeckend	nach 6 Tagen noch flüssig, Geruch dumpf, Geschmack unrein	nach 24 Std. noch nicht geronnen, nach 48 Std. geronnen	keine Verzögerung in der Verlabung, im Vergleich zur Rohmilch nicht so fest	in 20' entfärbt		+	+	1,3	2,0
				in 14' entfärbt		+	+	1,0	1,5
				desgl.		+	+	1,5	2,2
—	—	—	—	binnen 2' farblos	in 1 Std. farblos	+	+	3,5	—
—	—	—	—	nach 2 Std. nicht entfärbt	nach 22 Std. noch blau	—	—	—	—
—	—	—	—	nach 7' farblos	bis nach 4 Std. noch blau	(+)	+	1,5	—
angenehm sauer riechend	—	erst nach 48 Std. geronnen	binnen 13' fest geronnen	binnen 4' entfärbt	nach 1 Std. farblos	+	+	1,5	< 8,0
—	—	nach 48 Std. noch flüssig	binnen 13' noch flüssig	bis nach 30' unverändert blau	bis nach 4 Std. unverändert	—	—	0,8	1,00
s. dazu im Text S. 424.		erst nach 48 Std. geronnen	binnen 13' fest geronnen	desgl.	desgl.	(+)	(+)	0,6	0,6
			nach 20' fest geronnen	desgl.	desgl.	(+)	(+)	0,5	0,6
			nach 20' fest geronnen	in 9' abgeblaßt, in 13' entfärbt	desgl.	+	+	0,6	1,5
			nach 13' fest geronnen	desgl.	desgl.	+	+	0,7	1,7

1	2	3	4	5	6			7	8	
Nr. des Versuches	Nr. der einzelnen Milchproben	Temperatur bei der Biorisierung °	Aussehen der Milchproben	Aufrahmung der Milchproben	Säuregrad bei Zimmertemperatur			Geruch der biorisierten sowie der rohen und gekochten Milchproben	Haltbarkeitsdauer bei	
					am Tage des Versuches °	nach .... Stdn.	°		Zimmertemperatur	Eisschranktemperatur
XII Milch vom Gelände des R.-G.-A.	rohe		einige Flöckchen	gut aufgerahmt	6,0	—	s. Spalte 9	Kuhstallartig	nach 24 Std. geronnen	nach 48 Std. noch nicht geronnen
	gekochte		gröbere Flöckchen	—	5,6	—		Kochgeruch	nach 64 Std. noch nicht geronnen und genußtauglich	zwischen 3 bis 4 × 24 Stunden wohl noch flüssig, aber Geruch unrein
	I	75—74	wenig Flöckchen	Rahmmenge etwa 1/2 der Rohmilch	5,2	—		schwach rohmilchartig		
	III	74,5—74	desgl.		5,2	—				
	VII	77	desgl.		5,6	—				
XIV Rohe Milch von einer Molkerei	rohe		normal, ohne Gerinnsel	gut aufgerahmt	7,4	—	—	rohmilchartig	—	—
	gekochte		etwas Gerinnsel	aufgerahmt, aber weniger als bei roher	6,8	—	—	Kochgeruch	—	—
	I	72,5—71,0	normal, ab und zu etwas Gerinnsel	gut aufgerahmt, aber weniger als bei der rohen Milch	6,6	—	—	fast geruchlos	—	—
	IV	73—72			6,8	—	—	desgl.	—	—
	V	72,5—72			6,8	—	—	desgl.	—	—
XV Mischung von roher Molkerei-Milch und Milch vom Gelände des R.-G.-A.	rohe		normal, kein Gerinnsel	gut aufgerahmt	8,3	—	—	rohmilchartig	zwischen 24 und 48 Std. geronnen	nach 48 Std. geronnen
	gekochte		etwas Gerinnsel	—	8,0	—	—	Kochgeruch	nach 48 Std. beginnende Gerinnung	—
	I	74,5	kein Gerinnsel	gut aufgerahmt, aber weniger als bei roher Milch	7,8	—	—	kein Kochgeruch	nach 48 Std. noch nicht geronnen, genußtauglich	—
	II	74,5			8,0	—	—			—
	III	bis auf 75° im Kolben erhitzte und rasch abgekühlte Milch			8,0	—	—	schwach riechend (Kochgeruch)		—
	IV				8,0	—	—			—

9		10	11	12	13	14	15	16	
Art der Zersetzung nach . . . Tagen		Gärprobe bei 37° nach 24 Stunden	Labprobe	Formaldehyd-Methylenblauprobe nach Schardinger 45°	Methylenblauprobe	Guajakprobe	Rothenfußersche probe	Katalase . . . ccm O nach	
bei Zimmertemperatur	bei Eisschranktemperatur							2 Stdn.	24 Stdn.
nach 24 Stunden sauer, angenehm riechend	—	nach 24 Std. geronnen	nach 3′ gelabt	binnen 6′ entfärbt, wird bald wieder blau	bis nach 3 Std. nicht entfärbt	+	+	3,2	4,5
nach 7 Tagen sauer, fäkalartig riechend, Säuregrad 17,2	nach 7 Tagen noch gut, fast geruchlos, Säuregrad 7,4 (andere Probe als bei 8)	nach 40 Std. noch nicht geronnen	—	nach 3 Std. noch nicht entfärbt	desgl.	—	—	0,5	0,5
		nach 40 Std. beginnende Gerinnung	nach 10′ gelabt	desgl.	desgl.	+	+	0,6	0,6
			desgl.	desgl.	desgl.	+	+	—	—
			desgl.	desgl.	desgl.	+	+	0,6	0,6
—	—	nach 24 Std. geronnen	binnen 8′ fest geronnen	in 5′ farblos	in 10′ farblos	+	+	8,0	10,0
—	—	—	—	nach 1 Std. noch blau	bis nach 1 Std. unverändert	—	—	0,3	0,8
—	—	nach 24 Std. geronnen	binnen 15′ Gerinnung, aber weniger fest	in 10′ farblos	desgl.	+	+	0,8	1,5
—	—	desgl.		desgl.	desgl.	(+)	+	0,8	1,5
—	—	desgl.		desgl.	desgl.	(+)	+	0,6	1,5
s. Spalte 8		nach 24 Std. geronnen	binnen 8′ geronnen	in 15′ farblos	nach 2 Std. farblos	(+)	+	2,2	5,2
—	—	—	—	bis nach 2 Std. unverändert	bis nach 2 Std. unverändert blau	—	—	—	—
nach 4 × 24 Std. noch genußtauglich, nach 5 × 24 Std. untauglich	nach 5 Tagen noch genußtauglich	nach 24 Std. geronnen	binnen 15′ geronnen	bis nach 2 Std. unverändert blau	desgl.	(+)	(+)	1,5	3,2
					desgl.	(+)	(+)	1,0	2,0
					desgl.	(+)	+	—	—
					desgl.	(+)	+	2,5	3,2

Ferment ist in seiner Wirksamkeit geschwächt. Die Milchproben der Versuche V, XII und XV scheiden für die Beurteilung durch diese Probe aus, da schon die rohe Milch die Reaktion nicht auslöste, was erfahrungsgemäß bei Kuhmilch vorkommen kann.

Die Guajak- und die Rothenfußersche Probe waren wie bei der rohen Milch positiv, d. h. es trat binnen 1—2 Minuten Blau- bezüglich Violettfärbung der mit den Reagenzien versetzten Milch auf, die Guajakprobe trat in einigen Fällen verzögert auf.

Die Prüfung auf den Katalasegehalt ergab bei den biorisierten Proben nach 2stündiger Beobachtung bei 37° in jedem Fall geringere Mengen Sauerstoff als bei der rohen Milch. Nach 24 Stunden waren sie wohl etwas höher, während bei der rohen Milch die Menge meist bis auf ein Vielfaches gestiegen war. Diese starke Zunahme weist darauf hin, daß die rohe Milch reichlich lebensfähige Keime enthielt, die die weitere Zersetzung des Wasserstoffsuperoxydes bewirkt haben, von denen die biorisierte Milch frei war. Für den vorliegenden Zweck ist die Beobachtung nach 2 Stunden ausschlaggebend, da sie zeigt, daß das originäre Ferment, das in der kurzen Zeit für die Zersetzung des Wasserstoffsuperoxydes verantwortlich ist, durch die Biorisierung geschwächt wird.

Aus diesen Beobachtungen geht also hervor, daß die biorisierte Milch sich von der rohen Milch wie folgt unterscheidet:

Sie zeigt schwache Gerinnselbildung,
sie ist geruchlos,
sie zeigt keinen Kochgeruch oder -Geschmack,
der Säuregrad ist etwas geringer,
die Aufrahmung tritt schneller auf,
sie ist länger haltbar,
die Labgerinnung ist kaum beeinflußt,
die Gärprobe tritt 24 Stunden später ein,
die Methylenblauprobe und Rothenfußersche Probe ist gleichartig, die Guajakprobe ist vereinzelt verzögert.
die Schardingersche Formaldehyd-Methylenblauprobe ist in jedem Fall verzögert und die Fähigkeit Wasserstoffsuperoxyd zu spalten ist beeinträchtigt.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Auf Grund der bakteriologischen und biologisch chemischen Versuche mit Milch an dem Biorisatormodell zu 12 Liter Stundenleistung bei etwa 75° und Milchmengen von etwa 3—8 l bei den einzelnen Versuchen und einer Höchstbetriebsdauer von etwa 3/4 Stunden läßt sich das Ergebnis dahin zusammenfassen:

1. Die biorisierte Milch erfährt in ihrem Rohcharakter eine geringe Veränderung, die sich in der teilweisen Gerinnung der hitzegerinnungsfähigen Eiweißstoffe, des Albumins (und Globulins), einer Schwächung des die Schardingersche Formaldehydmethylenblaureaktion auslösenden Fermentes, der Fähigkeit Wasserstoffsuperoxyd zu spalten, einer Verringerung des Säuregrades und einer beschleunigten Aufrahmung kennzeichnet. Dagegen ist die Haltbarkeit und damit die Genußfähigkeit um etwa

die doppelte Zeitdauer erhöht, der Geruch und der Geschmack verbessert, bezüglich der Rohmilch entsprechend.

2. Die Keimzahl der natürlich in der Milch vorhandenen Keime ist bedeutend vermindert. Der Milch künstlich zugesetzte pathogene und Milchfehler verursachende Keime, nämlich: Bact. coli communis, Paracoli, Bac. enteritis, Bac. Voldagsen, Bac. suipestifer, Staphylococcus aureus, Tuberkelbacillen des Typus bovinus und humanus, Bac. prodigiosus, Bac. pyocyaneus, Bac. cyanogenus und Bac. mucosus werden abgetötet. Natürliche tuberkelbacillenhaltige Milch eutertuberkulöser Kühe wird von für Meerschweinchen virulenten Tuberkelbacillen befreit. Dagegen werden Milchsäurestreptokokken und wahrscheinlich auch Mastitisstreptokokken bei den eingehaltenen Temperaturen nicht vollkommen abgetötet. Die in biorisierter Milch noch erhalten gebliebenen Milchsäurebildner haben zum Teil die Fähigkeit, sich bei gewöhnlicher Temperatur (Zimmertemperatur) zu entwickeln, eingebüßt, was nicht ohne Bedeutung für eine normale Säuerung länger aufbewahrter biorisierter Milch ist. Die Biorisierung der Milch bei 75° bietet also gewisse Vorteile, die durch die bisher angewendeten Verfahren zur Haltbarmachung und Entkeimung von Milch — Pasteurisierung — nicht erreichbar waren[1]). Das Verfahren verdient deshalb, falls es sich im praktischen Betriebe an großen Apparaten bewähren sollte, Beachtung.

Zurzeit ist eine Unterscheidung biorisierter Milch mit Hilfe der vorgeschriebenen sog. „Gendarmenprobe" mit Guajaktinktur oder einer anderen leicht ausführbaren Probe von roher Milch bei bestehender Seuchengefahr nicht möglich; ob sich die schnellere Aufrahmbarkeit, die immerhin mindestens eine einstündige Beobachtungsdauer erfordert, für die Beurteilung von bei 75° biorisierter Milch eignet, bedarf erst noch weiterer Versuche.

Anhang.

(Versuch an einem großen Biorisator.)

Ein Versuch wurde an einem großen Biorisator von 500 Liter Stundenleistung angestellt. Die große Apparatur (Abbildung bei Lorenzen a. a. O.) entspricht im allgemeinen dem kleinen Versuchsmodell, an dem die vorhergehend beschriebenen Versuche ausgeführt worden waren.

100 Liter Magermilch wurden für diesen Versuch verwendet, die mit Kochsalzaufschwemmungen von Schrägagarserumkulturen von Tuberkelbacillen (Typ. hum.) und Agarkulturen von Bac. coli comm. infiziert waren.

Der Biorisator wurde bei dem Versuch von einem Monteur der Firma bedient, zunächst mit Leitungswasser beschickt und auf eine Temperatur von etwa 75° eingestellt. Beim Umschalten auf Milch, die unter höherem Druck stand und deshalb in größerer Menge zuströmte, sank die Temperatur auf 71°. Diesem Sinken der Temperatur unter die gewünschte Gebrauchstemperatur kann jedoch vorgebeugt werden, wenn die Einstellung mit Wasser um einige Grade über 75° vergenommen wird. Die Temperatur stieg, nachdem etwa 10 Liter Milch den Biorisator durchlaufen hatten,

[1]) Nach Burri und Thaysen a. a. O. wird mit der „schonenden Pasteurisierung" — Erwärmung der Milch auf etwa 63° eine halbe Stunde — die gleiche Wirkung wie mit der Biorisierung bei etwa 75° erzielt.



wieder auf 75° und hielt sich während der Dauer des Versuches auf 76—74,5° C. 95 Liter Milch brauchten bei einem Druck von 4 Atmosphären rund 11 Minuten zum Durchströmen des Biorisators, was einer ungefähren Stundenleistung von 500 Liter entspricht. Zur Untersuchung wurden 3 Proben von etwa je 15 Liter verwendet, und zwar

Probe III, die bei 76—75,5° C und 4 Atm. Druck
„ IV, „ „ 75—74,5° C „ 4 „ „
„ V, „ „ 74,5—75,5° C „ 4 „ „

den Apparat durchlaufen hatten.

Die biologisch-chemische Untersuchung hatte folgendes Ergebnis.

Die Guajak- und die Rothenfußersche Probe traten bei der rohen und den biorisierten Milchproben gleichartig und gleichzeitig auf.

Die Formaldehydmethylenblauprobe nach Schardinger trat schon bei der rohen Milchprobe nicht auf; die Milch blieb bis nach 3 Stunden (Dauer der Beobachtung) blau, die biorisierten Milchproben verhielten sich ebenso.

Das Vermögen, Wasserstoffsuperoxyd zu zersetzen, war bei der rohen Milch am stärksten, diese bildete bis nach 14 Stunden 3 ccm Sauerstoff, während die biorisierten Proben nach dieser Zeit bloß 1,0 ccm gebildet hatten.

Die Gärprobe bei 37° ergab nach 14 Stunden Gerinnung aller Milchproben. Bei der rohen Milch war das Gerinnsel porzellanartig, von Gasblasen durchsetzt, das Serum blank, während bei den biorisierten Proben das Gerinnsel gleichmäßig von kleinen Blasen durchsetzt, aber das Serum trübe war. Der Geruch war angenehm, aromatisch säuerlich. Nach 2 × 24 Stunden roch die rohe Milch noch ebenso, während die biorisierte einen nicht so angenehmen Geruch aufwies.

Die Haltbarkeitsprobe ergab folgendes:

a. bei Zimmertemperatur.

Zeit der Beobachtung	Rohe Milch	Probe III	Probe IV	Probe V
nach 14 Stunden	keine Veränderung, Milch flüssig, geruchlos, keine Rahmabscheidung	wie rohe Milch	wie rohe Micch	wie rohe Milch
nach 38 Stunden	porzellanartig erstarrt, angenehm säuerlich riechend	bis auf einen geringen Bodensatz flüssig, aber Geruch etwas unangenehm, fade	wie III	wie III
nach 64 Stunden	desgl.	geronnen, von Gasblasen durchsetzt, Geruch angenehm	noch flüssig, nicht auffallend riechend	noch flüssig, nicht auffallend riechend
nach 6 × 24 Stunden	etwas käsig riechend	angenehm säuerlich riechend, Serum klar	noch flüssig, nicht unangenehm riechend	geronnen, nicht unangenehm riechend

b. bei Eisschranktemperatur.

Zeit der Beobachtung	Rohe Milch	Probe III	Probe IV	Probe V
nach 38 Stunden	unverändert	wie rohe Milch	wie rohe Milch	wie rohe Milch
nach 64 Stunden	geronnen, unangenehm riechend	nicht geronnen, sehr unangenehm riechend	nicht geronnen, sehr unangenehm riechend	wie Probe IV

Die Haltbarkeit der hier verwendeten Milch ist zeitlich sehr beschränkt, was wohl in der Art der vorausgegangenen Behandlung der Milch seinen Grund hat (Verarbeitung auf Magermilch). Die Milch ist bakteriell schon stark verunreinigt (s. bakteriolog. Teil), in großem Maße auch von solchen Keimen, die beim Biorisieren nicht abgetötet worden sind, was seinen Ausdruck findet in der Art der Zersetzung der biorisierten Milchproben. Bei Zimmertemperatur verdirbt die biorisierte Milch schon zwischen 14—38 Stunden, obwohl sie nach dieser Zeit noch flüssig ist, hat sie einen unangenehmen Geruch, der allein schon genügt, sie als genußuntauglich anzusprechen. Bei Eisschranktemperatur tritt eine Zersetzung erst zwischen 38 und 64 Stunden ein.

Derartige Milch zur Beurteilung für die konservierende und keimtötende Wirkung der Biorisation heranzuziehen, ist nicht angängig, da eine stark mit Sporenträgern verunreinigte Milch für die Biorisation an sich nicht geeignet ist.

Die Labprobe ergibt im Vergleich zur rohen Milch nur eine geringe Verzögerung um etwa 5 Minuten. Die gebildeten Käschen sind bei den biorisierten Milchproben etwas weniger fest.

	Rohe Milch	Probe III	Probe IV	Probe V
Säuregrad 3 Stunden nach der Biorisierung, steril aufbewahrt bei 20° .	8,0	7,4	7,6	7,6
Säuregrad 38 Stunden nach der Biorisierung, steril aufbewahrt bei 20° .	16,0	8,0	8,4	8,4
Säuregrad 38 Stunden nach der Biorisierung, steril aufbewahrt bei 9° . .	9,0	7,8	8,0	8,0

Die rohe Milch säuert demnach bei Zimmertemperatur binnen 38 Stunden normal, während bei Eisschranktemperatur die Säuerung nach dieser Zeit nicht eingetreten ist. Die biorisierten Milchproben vermögen bei den angegebenen Temperaturen nicht zu säuern (wohl aber bei 37°, s. Gärprobe).

Eine Geschmacksprobe wurde wegen der Art der Infektion nicht angestellt.

Die Aufrahmbarkeit der Milch konnte nicht geprüft werden, da die verwendete Magermilch auch nach dem Zentrifugieren Rahm nicht absetzte.

Die Prüfung der nach Pfyl und Turnau hergestellten Tetraseren hatten folgendes Ergebnis:

Untersuchungsart	Rohe Milch	Gekochte Milch	Probe III	Probe IV	Probe V
Refraktometergrade bei 17,5°	39,7°	38,0°	39,4°	39,45°	39,4°
Differenz	—	1,7°	0,3°	0,25°	0,3°
entsprechende Menge Stickstoff	—	0,0559 g N	0,00987 g	0,008225 g	0,00987 g
entsprechende Menge Albumin	—	0,3544 g	0,06258 g (17,2%)	0,0522 g (14,7%)	0,08258 g (17,2%)
Verhalten der Tetraseren bei 65°	starke opaleszente Trübung, mit der Lupe feine Flocken zu erkennen, in der Kälte nicht löslich	Serum bleibt blank	Wie rohe Milch, auch in der Kälte unlöslich		

Untersuchungs-art	Rohe Milch	Gekochte Milch	Probe III	Probe IV	Probe V
Verhalten der Tetraseren bei 70°	starke flockige Abscheidung, nach dem Absetzen deutlicher Bodensatz, Flüssigkeit noch trübe	unverändert blank geblieben	wie rohe Milch, Menge des Bodensatzes gleichgroß		
bei 100°	großflockige Ausscheidung, überstehendes Serum klar	stark getrübt, nach dem Abkühlen Trübung schwächer, geringer Bodensatz	großflockige Abscheidung, Serum klar, nach dem Absitzen Menge kaum geringer als bei der rohen Milch		

Aus den Refraktometergraden der biorisierten Milch im Vergleich zur rohen und 20 Minuten lang gekochten Milch geht hervor, daß die durch die Biorisierung bewirkte Gerinnung des Albumins nur sehr gering ist. Aus dem Verhalten der Tetraseren bei 65° geht hervor, daß die gelieferte Magermilch arm an Albumin ist oder einen Teil des Albumins durch die vorhergehende Behandlung schon eingebüßt hat. Bei 70° und 100° ist das Verhalten gleichartig, was darauf hindeutet, daß durch die Biorisierung bei den benutzten Temperaturen die Milch nur geringgradig in bezug auf die Eiweißgerinnung beeinflußt worden ist.

Das Ergebnis dieses einen wegen der derzeitigen Verhältnisse nur mit Magermilch angestellten Versuches entspricht im wesentlichen den an dem Versuchsmodell mit Vollmilch gemachten Erfahrungen.

Bei der bakteriologischen Untersuchung wurde die Keimzahl nicht festgestellt, da durch Verwendung eines offenen Kühlers eine nachträgliche Infektion der biorisierten Milch nicht zu verhindern war. Es zeigte sich, daß die Biorisierung der Milch bei 76—74,5° die eingeimpften Colikeime vernichtet hatte, und daß außerdem die in der Milch ursprünglich enthaltenen Keime zum großen Teil ebenfalls vernichtet waren und daß eine starke Abschwächung erzielt worden war; denn nach der ersten Beobachtung nach 14 Stunden waren die aus der rohen infizierten Milch angelegten Platten üppig bewachsen, während die aus den biorisierten Proben noch steril waren. Erst nach 38 Stunden waren auch diese bewachsen und zwar mit Keimen, die schon ursprünglich in der Milch enthalten waren, die sich als Sporenträger und Milchsäurestreptokokken erwiesen. Colikeime konnten nicht wieder isoliert werden (s. Tabelle S. 457).

Die Untersuchung auf das Verhalten der eingesäten Tuberkelbacillen wurde auf gleiche Art und Weise angestellt, wie es früher angegeben worden ist. In den zur Verimpfung verwendeten Milchproben konnten nach dem Zentrifugieren in jedem Fall Tuberkelbacillen im Ausstrich aus einer Öse beobachtet werden.

Impfung am 12. 10. 16.

a. Unbehandelte Milch: an Meerschweinchen Nr. 951, 962, 964, getötet am 4. 12. 16.

Befund: Nr. 962, 964, 951 Kniefalten- und Achseldrüsen bohnengroß mit käsigem Inhalt, Milz, Leber und Lunge mit zahlreichen käsigen Knötchen durchsetzt, in der käsigen Masse sind reichlich Tuberkelbacillen enthalten.

	Beobachtungszeit	Rohe infizierte Milch	Biorisierte Probe III	Biorisierte Probe IV	Biorisierte Probe V
Agarplatte 0,1 ccm Milch in 10 Agar	nach 14 Stunden	Platte dicht bewachsen, Kolonien in und auf dem Agar (unzählige Kolonien)	steril	2 Kolonien	steril
	nach 38 Stunden	Kolonien in und auf dem Agar vergrößert	ziemlich viele kleine linsenförmige Kolonien im Agar und kleine auf dem Agar	wie bei III	wie bei III
	nach 64 Stunden	desgleichen (Coli isoliert, außerdem Kokken, sporentragende Stäbchen und andere)	Zahl der Kolonien nicht vermehrt, nur vergrößert (Kettenkokken wie in der rohen Milch, Sporenträger, Coli nicht nachweisbar)	8 Kolonien auf der Oberfläche, viele kleine im Agar, sonst wie bei III	4 Kolonien an der Oberfläche des Agar, viele kleine im Agar, sonst wie bei III
Drigalskiplatte	nach 14 Stunden	mit charakteristischen Colikolonien fast ausschließlich üppig bewachsen	steril	steril	steril
	nach 38 Stunden	außer den genannten noch kleine stecknadelspitzgroße Kolonien, die den Agar auch schwach röten	ziemlich viel kleine bläuliche Kolonien	wie bei III	wie bei III
	nach 64 Stunden	desgleichen, Coli und kleine kurze Kettenkokken isoliert, die anderen Keime nicht untersucht	wie am Tag zuvor, nur haben die Kolonien den Agar schwach gerötet, ohne sich vergrößert zu haben. Ausstrich ergibt kokkenartige Gebilde, die zu mehreren aneinander liegen, jedenfalls nicht mit Coli zu verwechseln	wie bei III	wie bei III

b. Probe III an Meerschweinchen Nr. 953, 956, 960.

Befund: Nr. 953, getötet am 6. 12. 16, gesund,
„ 956, „ „ 24. 1. 17, „
„ 960, „ „ 4. 12. 16, „

c. Probe IV an Meerschweinchen Nr. 952, 954, 959.

Befund: Nr. 954, getötet am 4. 12. 16, gesund,
„ 952, „ „ 3. 1. 17, „
„ 959, tot am 17. 2. 17, keine Tuberkulose.

d. Probe V an Meerschweinchen Nr. 957, 958, 955.

Befund: Nr. 957, getötet am 4. 12. 16, gesund,
„ 955, „ „ 4. 12. 16, „
„ 958, tot am 12. 2. 17, gesund, keine Tuberkulose.

Der Versuch zeigt, daß sowohl die eingeimpften virulenten Colikeime als auch die Tuberkelbacillen beim Behandeln von 100 l Magermilch in einem Biorisator zu

500 l Stundenleistung bei 76—74,5° abgetötet wurden. Auch in dieser Beziehung entspricht das Ergebnis dieses einen an einem großen Biorisator angestellten Versuches den an dem kleinen Versuchsmodell gemachten Erfahrungen.

Literatur.

1. Heryng, Th. (= Hering, F.) (de Varsovie), Nouvelle méthode de stérilisation du lait sans altérer ses propriétés physiques et ses ferments. Compt. rend. de la Soc. de biolog. T. 68. 1910, p. 668. Ref. Bakt. Zentralbl. Abt. II, Bd. 37, 1910, S. 155.

1a. Pfyl, B. und Turnau, R., Über verbesserte Herstellung von Milchseren und ihre Anwendbarkeit zur Untersuchung der Milch. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. XL, 1912, Heft 3, S. 245.

2. Michalowsky, N. P., Über den neuen Apparat zur Unschädlichmachung der Milch nach Dr. F. Hering. Ber. d. bakteriol. agron. Station Moskau. Bd. 19, 1912, p. 51—66 (russisch mit deutscher Zusammenfassung). Ref. Bakt. Zentralbl. Abt. II, 37, S. 195.

3. Lobeck, O., Ein neues Verfahren zur Herstellung einwandfreier Trinkmilch. Molkereizeitung Hildesheim 1913, S. 1105—06; s. auch Deutsche med. Wochenschr. 38, 1912, S. 2082; Bakt. Zentralbl. II, Bd. 38, 1913, S. 228; Milchwirtschaftl. Zentralbl. Jahrg. 43, 1914, S. 439.

Derselbe, Volksernährung mit Milch. Leipz. Neueste Nachrichten Nr. 361, 1912. Beilage Nr. 52.

Derselbe, Verfahren zum Pasteurisieren fein zerstäubter Milch. Patentschrift 280666 (ausgegeben d. 25. Nov. 1914). Zusatz zum Patent 237042, patentiert vom 7. VII. 1912.

Derselbe, Verfahren zur Entkeimung von Flüssigkeiten, besonders von Milch. Patent Nr. 267955 (4. XII. 13).

Derselbe, Verfahren zur Sterilisation von Milch und anderen durch Wärme leicht zersetzbaren Flüssigkeiten. Patent Nr. 282027. 15. II. 15. Ref. Chem. Zentralbl. 1915. I, S. 467.

Derselbe, Vorrichtung zum Pasteurisieren fein zerstäubter Milch. Patent Nr. 267323. Zusatz zu 207042. Ref. Zeitschr. f. angew. Chemie. Jahrg. 27, 1914, H. 1, S. 1 d. Ref. Jahrg. 19, 1914, S. 480. Ref. B. C. II, Bd. 43, 1915, S. 260.

Biorisator, mit dem — behandelte Milch erhielt in Essen auf der landwirtschaftl. Ausstellung den I. Preis. Molkerei-Zeitung Berlin, 1913, S. 492, 504 u. 516.

Biorisator, Erhitzer. D. R. P. 267323. Milchwirtschaftl. Zentralbl. Jahrg. 43, 1914, S. 439 u. 440.

4. Schloßmann, A., Über keimfreie Rohmilch. Arch. f. Kinderheilkunde Bd. 60—61. 1913, S. 676—688. Ref. B. C. II, 1915, Bd. 43, S. 267.

5. Freund, W., Das Biorisator-Verfahren nach Dr. Lobeck. Mitteilungen des Deutschen Milchwirtschaftl. Vereins Jahrg. 30, 1913, S. 165—176 u. Molkereizeitung Hildesheim (Abdruck) 1913, S. 1189.

6. Klunker, Über biorisierte Milch. Molkereizeitung Hildesheim 1914, Nr. 33 u. 34 S. 625 u. 639 u. Separatabdruck; ref. Med. Klinik 1914, Nr. 43, S. 1416 u. Deutsch. med. Wochenschr. 1914, Nr. 33, S. 1562.

7. Löhnis, F., Untersuchungen über den Keimgehalt der in Leipzig im Handel befindlichen Milchsorten. Milchw. Zentralbl. Jahrg. 43, 1914, S. 9—15. Ref. Chem. Zentralbl. 1914, I, S. 802.

8. Derselbe, Über das Biorisatorverfahren und die Leipziger Enzymamilch. Milchw. Zentralbl. Jahrg. 43, 1914, S. 59—61 u. S. 233. Ref. Chem. Zentralbl. 1914, I, S. 909 u. Molkereizeitung Berlin, Jahrg. 24, 1914, S. 165 u. Molkereizeitung Hildesheim, Jahrg. 28, 1914, S. 521. Ref. B. C. II, Bd. 43, S. 260.

8a. Meurer, R., Über das Biorisatorverfahren und die Leipziger Enzymamilch. Milchwirtschaftl. Zentralbl. 1914, S. 216—219 u. S. 234 u. Molkereizeitung Hildesheim, Jahrg. 28, 1914, Nr. 24, S. 445 u. 565. Ref. Chem. Zentralbl. 1914, I, S. 2010. Molkereizeitung Berlin, Jahrg. 24, 1914, S. 183; Deutsch. Milchw. Zeitung.

9. Ulrich, Chr., Biorisatorverfahren nach Dr. Lobeck zur Herstellung einer einwandfreien Trinkmilch. Zeitschr. f. öffentl. Chem. Jahrg. 20, 1914, S. 124—130; ref. Chem. Zentralbl. 1914, I, S. 1845. — Gleichlautender Abdruck, Milchw. Zentralbl. 1914, S. 267—73.

10. Weigmann, H., Versuche mit dem Biorisator. Molkereizeitung Hildesheim 1914, Nr. 46 u. 47, S. 885—86 u. 899—901. Ref. B. C. II, 1915, Bd. 43, S. 261—264.

10a. Wolff, „Biorisator“, „Degermator“ und Dauerpasteurisierung von Milch in Flaschen. Molkereizeitung Hildesheim 1914, Nr. 76 u. 77, S. 1349—50 u, 1359—60.

11. Schmitz, K. E. F., Über die Leistungsfähigkeit des Lobeckschen Milchsterilisierungsverfahrens (Biorisation). Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankheiten Bd. 80, 1915, H. 2, S. 233—260; auch bayr. Molkereizeitung 1915, Nr. 41; Milchwirtschaftl. Zentralbl. 44, 1915, S. 241.

12. Jensen, O., Der Biorisator. Milchwirtschaftl. Zentralbl. 44, 1915, S. 273.

13. Pritzker, J., Über biorisierte Milch. Schweiz. Apothekerzeitung 53, 1916, S. 583 u. 54, S. 251 u. 265.

14. Nevermann, Das Biorisatorverfahren nach Dr. Lobeck. Ein neues Verfahren der Milcherhitzung. Berl. Tierärztl. Wochenschr. 1918, S. 862—64.

15. Hering, F. (Zittau), Biorisation und Enzymamilch. Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhygiene. Jg. 24, 1918, S. 55. Milchwirtschaftl. Zentralbl. 1918, Nr. 13.

Derselbe, Biorisation und Pasteurisation. Molkereizeitung Hildesheim Jg. 30, 1916, Nr. 11, S. 166.

16. Binder, W., Einige Bemerkungen zu dem Artikel von Dr. F. Hering, Biorisation und Enzymamilch. Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhygiene Jahrg. 24, 1918, S. 121.

17. Liepe, P., Etwas über das neue Lobecksche Biorisationsverfahren zur Entkeimung der Milch. Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhygiene Jahrg. 24, 1914, S. 156—159.

18. Rehfeld, Zur städtischen Milchversorgung während der Kriegszeit. Korrespondenzbl. d. ärztl. Kreis- und Bezirks-Vereine im Königreich Sachsen 1915, Nr. 18.

19. Tiemann, Ist es möglich, Milch unter Wahrung des Rohmilchcharakters im laufenden Betrieb einer Dauererhitzung zu unterwerfen? Molkereizeitung Hildesheim 1916, Nr. 4, S. 53 u. Nr. 5, S. 69.

Derselbe, Die neuzeitliche Dauererhitzung. Molkereizeitung Hildesheim Jg. 30, 1916, S. 340.

20. Lorenzen, Th., Der Biorisator in der Praxis. Milchwirtschaftl. Zentralbl. Jahrg. 42, 1913, S. 647—652, mit Abbild.

21. Kooper, W. D., Das Verhalten des Säuregrades, der Katalase und Reduktase bei der Biorisation. Molkereizeitung Hildesheim Jahrg. 29, 1915, S. 959 u. 973.

22. Burri, R. und Thaysen, A. C., Vergleichende Versuche über pasteurisierte und biorisierte Milch. Milchwirtschaftl. Zentralbl. Jg. 45, 1916, S. 81 u. 97.

22a. Burri, R., Über die Beeinflussung des Aufrahmungsvermögens durch eine vorausgegangene Erwärmung der Milch. Schweiz. Milchzeitung 1915, S. 42 und 43 und Milchwirtschaftl. Zentralbl. Jg. 45, 1916, S. 33.

23. Patzschke, W., Über die Widerstandsfähigkeit von Bakterien gegenüber hohen Temperaturen und das Lobecksche Biorisierverfahren. Zeitschr. f. Hygiene und Infektionskrankh. Bd. 81, 1916, S. 227, ref. Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. Bd. 27, H. 1.

24. Strecker, Vieth und Weigmann und Martiny, Biorisator-Erhitzer von der Gesellschaft für Molkereifortschritte in Leipzig. Arbeiten d. Deutsch. Landwirtschaftsgesellschaft. Fortsetzung von Heft 277. 1916, S. 50.

25. Müller, K., Untersuchungen über sterilisierte, Backhaus-, Enzyma- und Uviolmilch. Zentralbl. f. Bakteriologie usw. 2. Abt. 1917, Bd. 47.

Die hygienischen Eigenschaften einiger neuerer Erzeugnisse aus Ersatzfaserstoffen.

Von

Geheimem Regierungsrat Prof. **Dr. Spitta** und **Dr. Förster,**
Mitglied, **wissenschaftlichem Hilfsarbeiter**
im Reichgesundheitsamt.

Mit 1 Tafel.

Nicht nur die Ernährung des deutschen Volkes ist während des Weltkrieges durch die feindliche Blockade empfindlich geschädigt worden, sondern auch seine Versorgung mit den zur menschlichen Bekleidung dienenden Stoffen.

Deutschlands Einfuhr an Baumwolle allein betrug vor dem Kriege rund zwei Millionen Ballen[1]). Auch hinsichtlich der andern Gespinstfasern war Deutschland zum großen Teil auf das Ausland angewiesen. Wolle wurde aus Australien, Südafrika, Argentinien, Seide aus Italien und Japan, Leinen, Flachs und Hanf aus Rußland und Österreich-Ungarn, Jute aus Indien und Ramie aus China eingeführt.

Bei der zunächst nicht absehbaren Dauer des Krieges und bei der Unsicherheit der künftigen Handelsbeziehungen war man daher schon bald gezwungen, Umschau zu halten nach Stoffen, welche die ausländischen Gespinstfasern ersetzen könnten. Man griff dabei teils auf alte Erfahrungen zurück, teils zog man Stoffe als Ersatz heran, welche bisher in der Textilindustrie noch nicht benutzt worden waren.

Eine industrielle Bedeutung hatten vor dem Kriege von den pflanzlichen Faserstoffen nur die Baumwolle und die Bastfasern (Leinen, Hanf, Jute und Ramie), von den tierischen Fasern die Schafwolle und die Seide. Hierzu trat von künstlichen Faserstoffen die Kunstseide.

Um den durch die Blockade erzeugten Ausfall an Textilfaserstoffen zu decken, sind zwei Wege möglich: Steigerung der Produktion im eigenen Lande und Nutzbarmachung neuer Quellen. Der erstgenannte Weg ist nur in sehr beschränktem Umfange gangbar. Hebung der Schafzucht, vermehrter Anbau von Flachs und Hanf sind zwar möglich, aber nicht binnen kurzer Frist und in einem Maße, daß dadurch der Not wirksam gesteuert werden könnte.

---

[1]) 1 Ballen = 400 engl. Pfund.

Was die Heranziehung neuer oder in Vergessenheit geratener alter Gespinstfasern anlangt, so ist die Auswahl unter ihnen zwar groß, aber nur wenige sind in solchen Mengen verfügbar, daß sie dem Mangel abzuhelfen vermögen.

Nach Tobler[1]) sind in früheren Zeiten bereits benutzt worden: die Fruchtwolle von Weiden und Pappeln (Weidenwolle), die Samenwolle von Wollgras (Eriophorum), von Weidenröschen (Epilobium), von Rohrkolben (Typhaarten) und von der Seidenpflanze (Asclepias syriaca), ferner die Weidenfaser, die Hopfenfaser, der Besenginster, die Nesseln, die Torffaser und die Schilffaser (Typha angustifolia), schließlich die Lupinen- und Steinkleefasern. Die Samenhaare der Pappel, des Weidenröschens und anderer Pflanzen werden von anderer Seite[2]) allerdings als ungeeignetes Spinnmaterial erklärt. Von derselben Stelle aus werden Typha und Nessel als die bedeutungsvollsten natürlichen Ersatzstoffe hingestellt.

Neuerer Zeit gehört die Verwendung der Strohfaser (sog. „Stranfa") an. Hierzu treten noch die Erzeugnisse, bei denen schon das Ausgangsmaterial ein künstlich erzeugter Rohstoff, nämlich die aus Holz hergestellte Zellulose ist.

Nur dieser Stoff steht uns in so großen Mengen zur Verfügung, daß die aus ihm hergestellten Textilwaren das Bedürfnis würden decken können.

Die Verfahren, aus Zellulose eine Gespinstfaser zu erhalten, wurden schon zum Teil vor dem Kriege ausgearbeitet, erwiesen sich damals aber als nicht genügend gewinnbringend. Die aus dem Roggenstroh gewonnene Strohfaser („Stranfa") wird allein oder in Verbindung mit Flachs als Ersatz für Jute verwendet, das aus Papier hergestellte Papiergarn dient auch zur Herstellung von Bekleidungsgegenständen mannigfacher Art. Die Herstellung des Papiergarns erfolgt so, daß aus Zellulose eine Stoffbahn geformt und diese mit besonderen Maschinen in schmale Bänder zerschnitten wird. Die Bänder werden zu Tellern aufgerollt, diese Spinnmaschinen vorgelegt und von der Spule aus in feuchtem Zustand zu Fäden zusammengedreht. Aus diesem Garn lassen sich reine Papiergewebe oder durch Zusammenverarbeiten mit anderen Fasern Mischgewebe herstellen. Bedeckt man das Papier, bevor es in Streifen geschnitten wird, ein- oder beiderseitig mit einem Vließ von Textilfasern, z. B. Baumwollresten, und verarbeitet es dann in gleicher Weise weiter, so entsteht ein Textilose genanntes Garn.

An der Verbesserung der Papiergarne, von denen z. Z. etwa 40000 t in Deutschland erzeugt werden, wird dem Vernehmen nach weiter gearbeitet und es soll inzwischen gelungen sein, die aus ihnen hergestellten Gewebe weich und geschmeidig zu machen. Die dem Reichsgesundheitsamt zur Verfügung gestellten Proben ließen allerdings diese Eigenschaft größtenteils noch vermissen.

Neuerdings ist es auch gelungen, aus dem Papierbrei unmittelbar, d. h. ohne vorherige Umwandlung in Papier, Fasern zu gewinnen. Dieses sog. Zellulongarn soll sich durch erhöhte Festigkeit und Kochechtheit (Widerstandsfähigkeit gegen heißes

---

[1]) Tobler, Textilersatzstoffe 1917.

[2]) Krais, Die deutsche Textilindustrie in und nach dem Kriege. Zeitschrift f. angew. Chemie 1919, Aufsatzteil Bd. I, S. 1.

Waschen) auszeichnen. Nach Krais (a. a. O.) wird man von diesem Garn im nächsten Jahre etwa 6—8000 t in Deutschland herstellen können.

Schließlich hat man den Zellstoff durch chemische Einwirkungen in eine gallertartige Masse verwandelt und diese durch feinste Düsen hindurchgepreßt. Die hierbei entstehenden feinsten Härchen erweisen sich, nachdem sie durch Krempelmaschinen geschickt und auf diese Weise gerauht sind, als spinnfähig. Die so gewonnene Faser von begrenzter Länge wird Stapelfaser[1]) genannt und meist mit Baumwolle oder Wolle zusammen zu Mischgeweben verarbeitet. Das Verfahren ist also dem Verfahren zur Herstellung der Kunstseide nachgebildet.

Man nimmt an, daß Deutschland im Jahre 1919 10000, im Jahre 1920 15000 t Stapelfaser wird erzeugen können.

Die „Deutsche Faserstoff-Ausstellung", die im März 1918 in Berlin stattfand, und später in Düsseldorf und in Leipzig wiederholt wurde, brachte eine ganze Reihe der neuen Gewebe zur Anschauung. Sie gab Veranlassung, daß das Gesundheitsamt sich eine Reihe von Proben dieser neuen Gewebe beschaffte, um sie von hygienischen Gesichtspunkten aus — technische Untersuchungen mußten aus Mangel an der dazu gehörenden Apparatur unterbleiben und fallen auch nicht in das Arbeitsgebiet des Gesundheitsamts — zu untersuchen.

Es konnte im wesentlichen nur darauf ankommen, zu vergleichen, inwieweit die durch Rubners grundlegende Arbeiten[2]) bekannt gewordenen physikalischen Eigenschaften der bislang zur Bekleidung des Menschen verwendeten Gewebe auch den neuen Stoffen zukommen und ob erhebliche Unterschiede zwischen ihnen sich feststellen lassen.

Leider war die Anzahl der erreichbaren besonders interessierenden Mischgewebe gering, während von den reinen Papiergarngeweben eine größere Anzahl einging. Letztere sind aber fast sämtlich in derselben einfachen Weise aufgebaut und wenig untereinander abweichend.

Trotz der Unvollkommenheit des Materials sollen im folgenden die Untersuchungsergebnisse mitgeteilt werden, weil von anderer Seite solche Untersuchungen anscheinend noch nicht ausgeführt worden sind und doch von einiger Bedeutung sein dürften.

Zur Untersuchung gelangten:

Von reinen Papiergeweben 14 Proben von den Firmen Hermann Dietel, Morand u. Co. und Weber und Feustel in Greiz, 3 Proben von der Firma Christian Dierig in Langenbielau, 7 Proben von den Firmen Fr. Weißflog und Karl Völsch in Gera.

Ferner von Mischgeweben: 7 Proben von den Firmen Schillbach u. Co. und Morand u. Co. in Greiz, eine von der Firma Fr. Weißflog in Gera, eine von der Kriegsrohstoffabteilung und zwei vom Kriegsausschuß der deutschen Baumwollindustrie, schließlich eine Probe Torffaserstoff von der Firma Jung und Simons in Schedewitz.

[1]) Unter „Stapel" versteht man in der Textilindustrie die Faserlänge, welche z. T. den Charakter der Faser ausmacht.

[2]) Rubner, Archiv f. Hygiene, Bd. 15, 16, 17, 23, 24, 25, 27, 29, 31, 32.

Die Art der untersuchten Proben, sowohl reiner Papiergewebe wie auch von Mischgeweben, die Eigenschaften der Gewebe, die mit ihnen ausgeführten Untersuchungen und deren Ergebnisse sind in Tabelle 1 (S. 464—467) zusammengestellt. Die Proben sind darin nach der Dicke der einzelnen Gewebe geordnet worden.

Nachstehend seien zunächst die Ergebnisse der Untersuchung der reinen Papiergewebe, darauf die der Mischgewebe besprochen.

I. Reine Papiergewebe.

Die in der Tabelle 1 für die reinen Papiergewebe erhaltenen Untersuchungsergebnisse seien vorerst mit den Zahlen verglichen, welche Rubner[1]) und seine Schüler für die sonst zur Bekleidung in Betracht kommenden Gewebe angegeben haben.

Glattgewebte Stoffe der Unterkleidung (Baumwolle und Leinen) haben eine Dicke von 0,17—0,75 mm, der letztgenannte Wert gilt für grobes Leinen; zur Unterkleidung benutzte Trikotstoffe messen 0,60—1,17 mm und zwar wurden für Seidentrikot die niedrigsten, für Wolltrikot die höchsten Werte gefunden. Zur Unterkleidung benutzte Flanelle hatten eine Dicke zwischen 1,19 und 3,00 mm.

Für die Oberkleidung benutzte Wollstoffe schwankten in ihren Abmessungen zwischen 1,00 und 5,8 mm.

Demgegenüber war der dünnste von uns untersuchte Papiergarnstoff für Unterkleidung in unbelastetem Zustande schon 0,400 mm dick (Nr. 1 der Tabelle), d. h. mehr als doppelt so stark als feine Baumwolle. Die meisten Stoffe aus Papiergarn, deren Verwertung nach dem Aussehen zur Unterkleidung möglich erschien, maßen zwischen 0,4 und 0,5 mm; die stärkeren, zwischen 0,5 und 0,7 mm, könnten vielleicht noch als Hauswäsche u. dergl. in Betracht kommen.

In den Ausstellungen für Ersatzfaserstoffe sah man denn auch manche dieser Gewebe zu diesen Zwecken empfohlen.

Die für Oberkleidung in Betracht kommenden Papierstoffe erreichten, soweit sie zur Prüfung vorlagen, eine Dicke bis zu 1,2 mm. Im Vergleich zu den üblichen Kleiderstoffen ist dies wenig. So messen Winterkammgarnstoffe z. B. 2,5 mm, Lodenstoffe 3 mm, Stoffe für Wintermäntel über 5 mm usw. Dazu kommt, daß manche Papierstoffe trotz ihrer mäßigen Dicke schon so hart und unschmiegsam sind, daß sie für die festanliegende Kleidung nicht in Frage kommen können, sondern höchstens als grobe Schutzkleidung in Form von Schürzen u. dergl.

Das spezifische Gewicht der Papierstoffe kann, da eine trikotartige lockere Verarbeitung bei ihnen nicht möglich zu sein scheint, nur mit dem glattgewebter Kleidungsstoffe verglichen werden. Rubner fand es bei glattgewebter Wolle (Kammgarn) zu 0,358, bei Leinen zu 0,665 und bei Baumwolle zu 0,768.

Das niedrigste spezifische Gewicht (in unbelastetem Zustand) hatte ein gelbbraunes dünnes Papiergewebe (Nr. 8 der Tabelle 1), nämlich 0,313, das höchste ein blaugemustertes Papiergewebe (Nr. 22 der Tabelle 1), nämlich 0,627. Gewöhnlich bewegten sich die Gewichte zwischen 0,4 und 0,5 herum. Daß diese Stoffe somit

[1]) Rubner, Über einige wichtige Eigenschaften unserer Kleidungsstoffe. Archiv f. Hygiene, 15. Bd., S. 29.

Tabelle 1. Papiergarn-

Übersicht der gefundenen Werte ausschließlich

Nr.		(Stoffe sind nach der Dicke geordnet) Zusammensetzung + = Mischgewebe O = Gewebe ohne Papier	Mögliche Verwendungsart [3])	Dicke in mm mit unbelastetem Sphaerometer gemessen	Dicke in mm mit belastetem [4]) Sphaerometer gemessen	Abnahme der Dicke durch die Belastung in % (Elastizität) [5])
1		Papiergewebe, gelblich	Unterkleidung	0,400	0,315	22
2		desgl.	„	0,425	0,370	13
3		Papiergewebe, gelb	„	0,500	0,400	20
4		Papiergewebe, weich gemacht, blau	Oberkleidung	0,510	0,415	19
5		Papiergewebe, weiß	Bezüge	0,525	0,420	20
6		Papiergewebe, gelb roh; weich gemacht	„	0,530	0,425	20
7		Papiergewebe, gelblich	Unterkleidung, Bezüge	0,530	0,400	25
8		Papiergewebe, gelbbraun	„	0,545	0,400	27
9		Papiergewebe, grau	Oberkleidung, Bezüge	0,565	0,510	10
10		Papiergewebe, blau	Oberkleidung	0,570	0,475	17
11		Papiergewebe, gelbbraun; grob	Bezüge	0,600	0,545	10
12		Papiergewebe, blau,	Oberkleidung	0,625	0,600	4
13		Papiergewebe, weiß	Wäsche (Handtücher usw.)	0,650	0,475	27
14	+	Papier und Wolle, schwarz	Oberkleidung	0,650	0,475	27
15		Papiergewebe, weich, blau	„	0,675	0,580	15
16		Papiergewebe, weiß, grob	Hauswäsche, Bezüge	0,675	0,555	18
17	+	Papier und Wolle, schwarz	Oberkleidung	0,700	0,635	10
18		Papiergewebe, gelblich gemustert	Hauswäsche	0,700	0,635	10
19	O	Probe aus Brennesselgarn [1]), weich; weiß	Unterzeug	0,700	0,450	36
20		Papiergewebe, blau; weich gemacht	Oberkleidung	0,750	0,650	14
21		Papiergewebe, graugrün, weich	„	0,800	0,755	6
22		Papiergewebe, blau gemustert	„	0,825	0,800	4
23	+ O	Kunstwolle mit [2]) Kunstseide, schwarz	„	0,850	0,625	27
24		Papiergewebe, grau imprägniert	Schutzkleidung, Bezüge	0,900	0,835	8
25	+	Papier und Kunstwolle, schwarz	Oberkleidung	0,900	0,630	30
26		Papiergewebe, gelblich gemustert	Hauswäsche	0,900	0,675	25
27	+	Papier u. Kunstwolle, schwarz, weich	Oberkleidung	0,925	0,700	25

[1]) Die Menge der übersandten Probe war so gering, daß nur einzelne Bestimmungen ausgeführt werden konnten.

[2]) Ohne Papierstoff, nur zum Vergleich aufgenommen.

und Mischgewebe.

Permeabilität und Wärmeleitungsvermögen.

Spezifisches Gewicht	Porenvolumen ‰	Minimale Wasserkapazität für 1 g Stoff berechnet g	Maximale Wasserkapazität für 1 g Stoff berechnet g	Verhältnis der minimalen zur maximalen Wasserkapazität in %	Nach Benetzung bleiben Poren offen %	100 g Stoff nehmen hygroskopisches Wasser auf g	Bei 1½ stündigem Kochen mit 0,5%iger Kalilauge gehen von dem Stoff zu Verlust %
0,454	651	1,22	1,43	85,3	14,7	6,42	12,0
0,420	677	1,31	1,61	81,3	18,7	9,05	12,8
0,457	649	1,28	1,42	90,1	9,9	6,79	15,5
0,560	570	—	—	—	—	6,35	19,1
0,384	715	—	—	—	—	5,99	19,3
0,412	684	—	—	—	—	10,01	17,1
0,388	702	1,31	1,80	72,7	27,3	5,74	14,5
0,313	760	—	—	—	—	5,90	9,4
0,526	596	—	—	—	—	5,61	13,0
0,477	634	—	—	—	—	6,23	12,6
0,442	660	—	—	—	—	6,6	9,6
0,532	591	—	—	—	—	6,80	14,3
0,431	669	1,23	1,55	79,1	20,9	6,08	17,1
0,311	761	—	—	—	—	6,95	+ 29,9
0,518	602	—	—	—	—	8,89	15,6
0,555	574	—	—	—	—	6,40	9,1
0,347	734	—	—	—	—	6,76	+ 39,1
0,515	604	1,10	1,17	94,0	6,0	6,14	12,9
—	—	—	—	—	—	5,9	○ —
0,477	634	—	—	—	—	9,36	16,0
0,536	588	—	—	—	—	6,18	13,0
0,627	518	—	—	—	—	5,58	11,1
0,270	793	—	—	—	—	11,69	+ 44,8 ○
0,512	607	—	—	—	—	5,81	12,2
0,291	777	—	—	—	—	6,77	+ 57,5
0,376	711	—	—	—	—	5,98	13,0
0,259	801	0,82	3,09	26,5	73,5	10,63	+ 55,4

*) Die Verwendungsart war von den Fabrikanten meist nicht angegeben, beruht also auf dem Urteil der Untersucher.

*) Ausgeübter Belastungsdruck rund 110 g auf 1 qcm.

*) Vergleichweise geprüft nahm ab dünner Baumwoll-Trikotstoff um 28%.

Nr.	(Stoffe sind nach der Dicke geordnet) Zusammensetzung + = Mischgewebe ○ = Gewebe ohne Papier	Mögliche Verwendungsart	Dicke in mm mit unbelastetem Sphaerometer gemessen	Dicke in mm mit belastetem Sphaerometer gemessen	Abnahme der Dicke durch die Belastung in % (Elastizität)
28	Papiergewebe, „kremiert"	Hauswäsche, Bezüge	1,040	0,950	9
29	+ Trikotmischgarn, grau (Baumwolle, Baumwollabfälle, Kunstbaumwolle u. Zellstoff)	Unter- und Oberkleidung	1,050	0,750	29
30	+ Papier und Kunstwolle, blau	Oberkleidung	1,100	0,850	22
31	Papiergewebe, blau, weich gemacht, imprägniert	Schutzkleidung	1,125	0,930	18
32	+ Papier u. Kunstwolle, schwarz	Oberkleidung	1,200	0,900	25
33	+ Stapelleinen, einseitig gerauht (30 % Stapelfaser, 70 % Leinenlumpenabfälle)	Unterkleidung	1,200	0,900	25
34	Papiergewebe, blau	Oberkleidung	1,250	0,930	23
35	+ ○ Garn mit Zellstoffbeimischung (Baumwolle, Baumwollabfälle und Kunstbaumwolle)	Unterkleidung	1,300	1,000	24
36	+ Papier und Abfallgarn, schwarz	Oberkleidung	1,375	0,990	28
37	○ Torffaserstoff, schwarz	„	1,550	1,125	28

vielfach leichter sind als glattgewebte Leinen- und Baumwollstoffe, liegt daran, daß sie verhältnismäßig weitmaschig gewebt sind und daher viel Luft einschließen.

Andererseits scheint die starke Appretur, welche die meisten Papierstoffe aufweisen, die aber nach Art und Menge wechselnd sein dürfte, nicht ohne Einfluß auf ihr Gewicht zu sein. Es läßt sich das im einzelnen ohne nähere Kenntnis des Fabrikationsverfahrens nicht feststellen.

Bei manchen Stoffen findet sich die Angabe: „weich gemacht", bei anderen: „imprägniert". Welche Mittel dabei angewendet sind, wird z. T. Fabrikationsgeheimnis sein.

In Fig. 1 u. 2 der beigefügten Tafel[1]) findet sich ein dünner Papierstoff (Nr. 7) und ein dünner Schirtingstoff vergleichshalber in 6facher Vergrößerung dargestellt. Man erkennt ohne weiteres die ungemein große Verschiedenheit der Maschenweite, d. h. den großen Luftreichtum der Papierstoffe, der aber ganz anderer Art ist, als derjenige der Trikotgewebe. Bei den Papierstoffen, wenigstens den dünneren, liegen die großen Lufträume frei zutage, nur bei den dickeren, z. B. Nr. 21 (vergl. Fig. 3) fallen sie weniger ins Auge. Bei den Trikotgeweben sind die Lufträume kleiner, dafür aber durch das ganze Gewebe verteilt (vergl. Fig. 8). Vergleicht man das spezifische Gewicht der Papierstoffe mit dem der Trikotstoffe, so kommt die Überlegenheit der letzteren wieder deutlich zum Ausdruck.

[1]) Die Mikrophotogramme sind von Herrn Technischem Rat Dr. Heise hergestellt, dem wir dafür zu Dank verpflichtet sind.

Spezifisches Gewicht	Porenvolumen ‰	Minimale Wasserkapazität für 1 g Stoff berechnet g	Maximale Wasserkapazität für 1 g Stoff berechnet g	Verhältnis der minimalen zur maximalen Wasserkapazität in %	Nach Benetzung bleiben Poren offen %	100 g Stoff nehmen hygroskopisches Wasser auf g		Bei 1½ stündigem Kochen mit 0,5 %iger Kalilauge gehen von dem Stoff zu Verlust %
0,425	674	—	—	—	—	5,69		10,0
0,307	764	1,24	2,48	50,0	50,0	7,9	+	10,5
0,260	800	—	—	—	—	5,92	+	30,0
0,560	570	—	—	—	—	6,68		17,0
0,269	794	—	—	—	—	5,82	+	22,2
0,308	764	0,73	2,47	29,5	70,5	8,6	+	11,2
0,287	780	—	—	—	—	6,19		15,6
0,245	812	0,82	3,31	24,7	75,3	6,8	+ O	14,3
0,355	727	—	—	—	—	5,16	+	16,0
0,276	788	1,90	2,85	66,6	33,4	10,34	O	22,3

So schwankte bei den Messungen Rubners das spezifische Gewicht der Trikotstoffe zwischen 0,179 (Wolle) und 0,388 (Leinen). Ein rund 1 mm dicker Baumwolltrikotstoff hatte ein spezifisches Gewicht von 0,199, ein nicht ganz so dicker Papierstoff (Nr. 26) aber 0,376, also fast das doppelte. Hinsichtlich ihrer Dicke und ihres spezifischen Gewichtes stehen also die Papierstoffe etwa in der Mitte zwischen den glattgewebten und trikotartig gewebten üblichen Kleidungsstoffen.

Ähnlich verhält es sich mit dem Porenvolumen.

Dasselbe war unter den Papierstoffen am niedrigsten bei Probe 22 mit 518, am höchsten bei Probe 34 mit 780, bewegte sich aber gewöhnlich zwischen 600 und 700. Es war also höher als das Porenvolumen glattgewebter Leinen- und Baumwollstoffe, das etwa 500 beträgt, aber niedriger als das der Trikotgewebe, das — mit Ausnahme des Leinentrikots — über 800 liegt.

Daß die Papierstoffe gut luftdurchlässig sein müssen, erkennt man auf den ersten Blick. Gegen das Licht gehalten, sind sie — mit Ausnahme der dicksten Sorten — durchscheinend, auch die für die Oberkleider in Betracht kommenden Stoffe. Es erübrigte sich daher, eingehende Bestimmungen der Permeabilität mit ihnen anzustellen. Um aber einen Vergleich zu haben, wurden einige der Stoffe nach der Methode von Schmidt[1]), bei welcher mittels der Mariotteschen Flasche ein gleich-

[1]) Schmidt, Zur Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Kleidungsstoffen. Archiv f. Hygiene, 70. Bd. (1909), S. 8.

mäßiger Luftstrom erzeugt und durch 25 qcm eines über eine Kapsel gespannten Stoffes gesaugt wird, gemessen. An dem mit der Kapsel in Verbindung stehenden Recknagelschen Differentialmanometer wurden folgende Werte abgelesen:

Tabelle 2.

Nr. in der Tabelle 1	Bezeichnung des Stoffes	Dicke der einfachen Lage mm	Gesamtdicke mm	Gemessener Druck am Manometer mm
zum Vergleich	Dünner Schirting in dreifacher Lage	0,155	0,465	94,0
4	Papiergewebe für Oberkleidung, in 4facher Lage	0,510	2,040	2,0
26	Papiergewebe für Hauswäsche, desgl.	0,900	3,600	1,5
31	Papiergewebe für Schutzkleidung, desgl.	1,125	4,500	1,0
35	Mischgewebe für Unterkleidung, desgl.	1,300	5,200	4,5
zum Vergleich	Flanell in 2facher Lage	0,850	1,700	3,5

Der Elevationswinkel des beweglichen Manometerschenkels betrug 2,5°. In der Minute liefen aus der Mariotteschen Flasche 380 ccm ab.

Nach Schmidt verhält sich die Durchlässigkeit der so geprüften Stoffe umgekehrt proportional wie der gemessene Druck; es wäre dann also etwa eine Lage des Stoffes Nr. 4 62 mal und eine Lage des Stoffes Nr. 35 28 mal luftdurchlässiger als eine Lage des dünnen Schirtingstoffes.

Hygienisch bedeutsam ist bekanntlich das Verhalten der Kleiderstoffe zum Wasser.

Die hygroskopischen Eigenschaften der Papierstoffe waren nur unwesentlich voneinander verschieden. 100 g Papierstoff, vorher 48 Stunden im Exsikkator über Schwefelsäure getrocknet, nahmen bei 48 Stunden langem Liegen im wasserdampfgesättigten Raum bei Zimmertemperatur zwischen 5,58 und 10,01 g Wasser auf. Für reine Zellulose (Kahlbaum) fanden wir unter den gleichen Versuchsbedingungen eine Wasseraufnahme von 17,9 g für 100 g. K. B. Lehmann[1]) fand bei einer Aufbewahrungszeit von etwa 96 Stunden die Wasseraufnahme für 100 g Wolle zu 31,5 g, für Baumwolle zu 23 g und für Leinen zu 24,4—25 g. Diesen Zahlen gegenüber ist die wasseranziehende Eigenschaft der Papierstoffe also verhältnismäßig gering. Der Grund dürfte in der starken Appretierung und Imprägnierung der Fasern zu suchen sein.

Drückt man mit Wasser vollbenetzte Stoffe aus, so bleibt jene Menge Wasser in den Geweben zurück, die Rubner als „minimalste Wasserkapazität" bezeichnet hat. Rubner fand, daß 1 g glatter Baumwollstoff 0,8 g, Baumwolltrikot 1,1, Wolltrikot 1,3 und Seidentrikot 1,5 g Wasser zurückhalten. Die Zahlen für einige der Papiergarngewebe lagen zwischen 1,10 und 1,31. Auf Wasserkapazität wurden nur diejenigen Gewebe untersucht, welche für die menschliche Bekleidung, namentlich

[1]) K. B. Lehmann, Untersuchungen über die Aufnahme von Gasen und Wasserdampf durch Kleidungsstoffe. Arch. f. Hygiene, 57. Bd., S. 278.

die Unterkleidung, etwa in Betracht kommen könnten, nämlich die Proben Nr. 1—3, 7, 13 und 18. Berechnet man mit Hilfe des Porenvolumens die maximale Wasserkapazität, so läßt sich angeben, wieviel Prozent der Poren des Gewebes bei der Durchnässung für Luft durchgängig bleiben. Für die reinen Papiergarnstoffe kommt man dabei auf Werte zwischen 6 und 27%. Nach Rubners Beobachtungen schließen sich die Poren der glattgewebten Baumwolle und des ebenso gewebten Leinens nach der Benetzung mit Wasser vollkommen, während beim Baumwolltrikot über 70% lufthaltig bleiben. Also auch hier stehen die Papiergarngewebe hygienisch etwas besser da, als die glattgewebten Baumwollstoffe; denn die Frage des Luftdurchgängigbleibens eines Kleidungsstoffes trotz vorhergegangener Durchnässung ist gesundheitlich von besonderer Wichtigkeit. Im übrigen können die aus den Werten für die minimale Wasserkapazität errechneten Zahlen bekanntlich keinen Anspruch auf Genauigkeit machen, weil es an einem bestimmten Maßstab für den Druck der Hand fehlt, welche die nassen Stoffe ausgepreßt hat. Sie sind aber untereinander einigermaßen vergleichbar.

Auch auf ihre thermischen Eigenschaften, im besonderen auf ihr Wärmeleitungsvermögen, wurden einige der Papierstoffe untersucht und zwar nach der von Rubner empfohlenen und ausgearbeiteten Methode, welche sich des Stefanschen Kalorimeters bedient. Wegen dieser Methode und der bei ihr anzuwendenden verwickelten Berechnungen muß auf die Originalarbeiten[1]) verwiesen werden. Rubner versteht unter dem sogen. „reellen Leitungsvermögen" diejenige Wärmemenge in g cal., welche in 1 Sekunde durch eine Schicht von 1 qcm Stoff bei 1 cm Dicke und 1° Temperaturdifferenz beider Begrenzungsflächen hindurchgeht. Unter Berücksichtigung der gegebenen natürlichen Dicke der untersuchten Stoffe errechnen sich daraus die entsprechenden Werte für den sogen. „absoluten Wärmedurchgang".

In der Tabelle 3 (S. 470) sind die im Gesundheitsamt bei der Untersuchung einiger Papiergarn- und Mischgewebe erhaltenen und die von Rubner, Grimm und v. Bültzinglöwen[2]) für einige der üblichen Kleidungsstoffe ermittelten Werte zusammengestellt worden.

Die dünnen Papierstoffe haben also ein Wärmeleitungsvermögen, das nahe dem der glatten Leinen- und Baumwollstoffe liegt, d. h. das des Baumwolltrikots erheblich übersteigt. Auch in dieser Beziehung also stellen sich die Papiergarngewebe zwischen die glattgewebten und die trikotartig gewebten, doch stehen sie den glattgewebten Stoffen näher.

Um zu prüfen, ob die Zusammensetzung der untersuchten Stoffe auch den gemachten Angaben entsprach, wurden gewogene Proben von ihnen mit 0,5%iger Kalilauge 1½ Stunde lang ausgekocht und die Menge von Substanz bestimmt, welche dabei in Lösung (zu Verlust) ging. Das Verfahren dient hauptsächlich dem Nachweis von Wolle, welche, auf diese Weise behandelt, fast quantitativ gelöst wird. Aber auch die Zellulose erleidet bei diesem Verfahren Verluste. Grimm u. v. Bültzing-

---

[1]) Rubner, Das Wärmeleitungsvermögen der Grundstoffe unserer Kleidung und das Wärmeleitungsvermögen der Gewebe unserer Kleidung. Archiv f. Hygiene, 24. Bd., S. 265 u. 346.

[2]) Grimm u. v. Bültzinglöwen, Über das Wärmeleitungsvermögen der zur Militärkleidung dienenden Stoffe. Archiv f. Hygiene, 27. Bd., S. 105.

Tabelle 3.

(Wärmeleitungsvermögen.)

Nr. in der Tabelle 1	Bezeichnung des Stoffes	Dicke mm	Reelles Wärmeleitungs-vermögen g cal.	Absoluter Wärme-durchgang g cal.
—	Luft	—	0,0000532	—
1	Dünner Papierstoff für Unterkleidung	0,400	0,000121	0,003035
3	desgl.	0,500	0,000101	0,002022
7	"	0,530	0,000109	0,002047
14	Mischgewebe aus Papier und Wolle für Oberkleidung	0,650	0,000098	0,001514
17	desgl.	0,700	0,000097	0,001390
23	Mischgewebe aus Kunstwolle u. Kunstseide	0,850	0,000109	0,001282
27	Mischgewebe aus Papier u. Kunstwolle	0,952	0,000116	0,001250
29	Trikotmischgarn für Unterkleidung	1,050	0,000091	0,000870
30	Mischgewebe aus Papier u. Kunstwolle	1,100	0,000101	0,000915
33	Stapelleinen für Unterkleidung	1,200	0,000107	0,000888
35	Garn mit Zellstoffbeimischung f. Unterkleidung	1,300	0,000140	0,001070
37	Torffaserstoff für Oberkleidung	1,550	0,000123	0,000794
zum Vergleich	Glatter Leinenstoff	0,630	0,000102	0,001628
	Glatter Baumwollstoff	0,400	0,000146	0,003650
	Baumwolltrikot	1,010	0,000100	0,000994
	Wolltrikot	1,120	0,000068	0,000604

löwen (a. a. O.) geben sie auf nur 3,36 % an. Wir fanden bei der Untersuchung einer von der Firma Kahlbaum bezogenen Probe von Zellulose einen erheblich höheren Verlust, nämlich 16,1 %. Mit dieser Zahl stimmen auch die beim Auskochen der untersuchten Stoffproben gefundenen Zahlen besser überein, die Verluste zwischen 6,4 und 19,3 % bei den reinen Papierstoffen erkennen ließen. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Proben dürften auf die Art der Appretur und die hierfür verwendeten Stoffe zurückzuführen sein.

Die Verluste, welche die Mischgewebe — es möge dies an dieser Stelle gleich vorweg genommen werden — beim Kochen mit Kalilauge erlitten, waren, je nachdem es sich um Beimischungen von Wolle oder Baumwolle handelte, verschieden hoch. So gingen bei den Proben 14, 17, 23, 25, 27, 30, 32, welche nach den Angaben Zusätze von Wolle oder Kunstwolle enthielten, 22—57,5 % zu Verlust, dagegen bei den wollfreien Mischgeweben Nr. 29, 33 und 35 nur 10,5—14,3 %.

Im allgemeinen bestätigte also die chemische Untersuchung die von den Erzeugern über die Zusammensetzung der Gewebe gemachten Angaben. Die mikroskopische und mikrochemische Untersuchung einiger Papierstoffe, z. B. der Probe Nr. 7 ergab, daß das Gewebe fast ausschließlich aus Zellulosefasern bestand.

Hinsichtlich sonstiger Eigenschaften der reinen im Gesundheitsamt geprüften Papiergarngewebe ist folgendes zu sagen.

Die Stoffe sind durchweg hart und unschmiegsam, so daß sich z. B. aus diesem Grunde als Unterkleidung auch die dünnsten Gewebe kaum eignen dürften. Ihre Elastizität ist, wie die Dickenmessungen im belasteten und unbelasteten Zustande (vergl. Tabelle 1) zeigen, meist gering. Wie ein Selbstversuch lehrte, kratzen sie, auf der Haut getragen, und werden daher unangenehm empfunden. Daß die Papierstoffe unter gewissen Vorsichtsmaßregeln waschbar sind, ist bekannt und wurde auch an den vorliegenden Proben festgestellt, ebenso vertrugen sie die Sterilisation im Dampfe. In welchem Umfange allerdings durch diese Eingriffe ihre Festigkeit leidet, möge dahingestellt bleiben. Untersuchungen in dieser Richtung konnte das Gesundheitsamt nicht anstellen. Im übrigen konnte nicht festgestellt werden, daß die Stoffe durch das Waschen (mit nachfolgendem Ausplätten) etwa weicher werden.

Würde es der Technik gelingen, die Papiergarnstoffe weicher, elastischer und schmiegsamer zu machen — ein Ziel, dem man vielleicht inzwischen schon näher gekommen ist —, so würden sie zur menschlichen Bekleidung als Gewebe dienen können, die physikalisch und hygienisch zwischen den glattgewebten Leinen- und Baumwollstoffen einerseits und den Baumwolltrikotstoffen andererseits stehen. Die Bekleidungshygiene verurteilt erstere als Unterkleidung hauptsächlich wegen ihrer mangelhaften Durchlüftbarkeit, namentlich in feuchtem Zustande. In diesem Punkte würden die Papiergarngewebe günstiger dastehen, wenn sie auch, wie oben erwähnt, die Trikotstoffe hierin längst nicht erreichen.

II. Mischgewebe.

Wie schon eingangs erwähnt, war die Zahl der eingesandten Proben von Mischgeweben nicht groß. Seitens der Fabrikanten wurde zwar eine Reihe von Mischgeweben eingeschickt (vergl. in der Tabelle 1 und 4 die Nummern 14, 17, 23, 25, 27, 30, 32, 36), aber es handelte sich bei ihnen fast immer um den gleichen Typus: Papier mit Wolle oder Kunstwolle. Auf ein an die Kriegsrohstoffabteilung gestelltes Ersuchen, dem Gesundheitsamt neuere Mischgewebe verschiedener Zusammensetzung zur Untersuchung zu überweisen, gingen nur die drei Proben Nr. 29, 33 und 35 ein. Die erste war bezeichnet als „Trikotmischgarn", bestehend aus Baumwolle, Baumwollabfällen, Kunstbaumwolle und Zellstoff, die zweite als „Stapelleinen", einseitig gerauht, enthaltend 30% Stapelfaser und 70% gerissene Naßspinn- und Leinenlumpenabfälle, und die dritte als „Garn mit Zellstoffbeimischung" (Baumwolle, Baumwollabfälle und Kunstbaumwolle).

Während die von den Fabrikanten eingesandten Mischproben glattgewebte Muster waren, handelte es sich bei den drei auf Veranlassung der Kriegsrohstoffabteilung übersandten Proben um mehr locker gewebte Stoffe. Sie sollten für die Unterkleidung bestimmt sein.

Die drei Proben wurden auch mikrochemisch nach der v. Höhnelschen Methode (Jodjodkalium-Schwefelsäure) geprüft. Soweit diese Methode eine Differenzierung zuläßt, ergaben sich folgende Zusammensetzungen: Wollfasern wurden in keiner der drei Proben gefunden. Probe 29 bestand aus Baumwolle und Zellstoff, Probe 33 u. 35 aus Baumwolle, Leinen und Zellstoff.

In den Abbildungen 4—6 der Tafel sind Ausschnitte der 3 in Rede stehenden Muster bei 6facher Vergrößerung wiedergegeben. Zum Vergleich sollen die Abbildungen von dünnem Baumwolltrikot (Fig. 8) und Flanell (Fig. 9) dienen. In der Tabelle 4 sind die wesentlichsten physikalischen Untersuchungsergebnisse der Mischgewebe noch einmal zusammengestellt worden.

Bei der ersten Gruppe, bei welcher Papier mit Wolle bezw. Kunstwolle gemischt worden ist, hat die Untersuchung Werte ergeben, wie man sie etwa bei den Kammgarnstoffen zu finden gewöhnt ist. Zum Vergleich sind einige Zahlen für diese Stoffe am Schluß der Tabelle angefügt. Unterschiede finden sich hauptsächlich im Wärmeleitungsvermögen, das bei den mit Wolle gemischten Papierstoffen — der glatteren Webart wegen — größer ist als bei dem rein wollenen Kammgarn- und Mantelstoff. 100 g der Stoffe nahmen unter den gleichen Bedingungen, die oben bei den Papierstoffen angegeben sind, zwischen 5,16 und 11,69 g hygroskopisches Wasser auf.

Die zweite Gruppe, die trikotartigen Stoffe, gemischt aus Baumwolle, Zellulose und Leinen, werden am besten mit echten Baumwolltrikotstoffen zu vergleichen sein. Es ist daher ein solcher von annähernd der gleichen Dicke in die Tabelle mit aufgenommen worden.

Mit ihm verglichen, unterscheiden sich die Baumwoll-Zellulose-Mischgewebe durch höheres spezifisches Gewicht und geringeres Porenvolumen, ferner durch geringere Elastizität[1]). Hinsichtlich des Wärmeleitungsvermögens stimmen die Werte für die Proben 29 und 33 annähernd mit dem des Baumwoll-Trikotstoffs überein, dagegen leitet die Probe 35 trotz größerer Dicke die Wärme besser. Die Probe 35 scheint daher in ihren thermischen Eigenschaften hinter den beiden anderen etwas zurückzustehen.

Bei Benetzung mit Wasser bleiben bei allen drei Proben (29, 33, 35) erhebliche Mengen (50—75 %) der Poren luftdurchgängig, ein Umstand, welcher für die gesundheitliche Bewertung dieser Stoffe, namentlich als Unterkleidung, von Belang ist.

Hundert Teile der Gewebe nahmen in 48 Stunden bei Zimmertemperatur 6,8 bis 8,6 g hygroskopisches Wasser auf.

Beim Waschen und Desinfizieren im Dampf verhielten sich die drei Proben ähnlich wie die daraufhin geprüften Papierstoffe. Auch hier muß es aber offen gelassen werden, ob ihre Haltbarkeit durch solche Eingriffe etwa stärker leidet, als es bei den gewöhnlichen Bekleidungsstoffen der Fall ist.

Einige besondere Bemerkungen mögen noch den beiden Mustern Nr. 19 und 37 gewidmet werden. Ersteres ist eine von der Nessel-Anbau-Gesellschaft eingesandte Probe aus Brennesselgarn. Es ist bekannt, daß die Nesselfasern ein vorzügliches Gewebe liefern und früher nur der Konkurrenz der Baumwolle und Ramiefaser haben weichen müssen. Neuerdings ist es, wie Krais (a. a. O.) angibt, auch gelungen, reine Nesselfaser ohne Zusatz von Baumwolle zu feineren Geweben zu verspinnen. Für das Jahr 1919 erwartet man eine Ernte von etwa 1000 t Nesselfasern. Die übersandte Probe

---

[1]) Da die Belastung nicht angegeben ist, mit welcher die Elastizität des Trikotstoffs gemessen worden ist, ist diese Frage nicht ganz sicher zu entscheiden.

Tabelle 4 (Mischgewebe).

Nr. in der Tabelle 1	Zusammensetzung der Probe	Beim Auskochen in Kalilauge löslich %	Dicke in unbelastetem Zustande mm	Elastizität (Abnahme in belastetem Zustand gegenüber dem unbelasteten) in %	Spezifisches Gewicht	Porenvolumen ‰	Minimale Wasserkapazität für 1 g Stoff	Nach Benetzung bleiben Poren offen %	Reelles Wärmeleitungsvermögen g cal.	Absoluter Wärmedurchgang g cal.
14	Papier und Wolle	29,9	0,650	27	0,311	761	—	—	0,000098	0,001514
17	desgl.	39,1	0,700	10	0,347	734	—	—	0,000097	0,001390
23	Kunstwolle und Kunstseide	44,8	0,850	27	0,270	793	—	—	0,000109	0,001282
25	Papier und Kunstwolle	57,5	0,900	30	0,291	777	—	—	—	—
27	desgl.	55,4	0,925	25	0,259	801	0,82	73,5	0,000116	0,001250
30	desgl.	30,0	1,100	22	0,260	800	—	—	0,000101	0,000915
32	desgl.	22,2	1,200	25	0,269	794	—	—	—	—
36	Papier und Abfallgarn	0,0	1,375	28	0,355	727	—	—	—	—
29	Trikotmischgarn	10,5	1,050	29	0,307	764	1,24	50,0	0,000091	0,000870
35	Garn mit Zellstoffbeimischung	14,3	1,300	24	0,245	812	0,82	75,3	0,000140	0,001070
33	Stapelleinen	11,2	1,200	25	0,308	764	0,73	70,5	0,000107	0,000888
37	Torffaserstoff	22,3	1,550	28	0,276	788	1,90	83,4	0,000123	0,000794
Zum Vergleich (Werte von Rubner und Grimm u. v. Bültzingslöwen)	Sommerkammgarn	—	1,000	20	0,350	730	—	—	0,000077	0,000772
	Mantelstoff (Grauer Militärmantel)	—	2,000	—	0,265	796	—	—	0,000080	0,000402
	Baumwolltrikot	—	1,01	37	0,199	847	—	72,8	0,000100	0,000994

reichte leider nicht für alle Untersuchungen aus. Es handelte sich um ein zartes, lockeres, elastisches Gewebe, das als Unterkleidung vorzüglich geeignet sein dürfte.

Das Muster Nr. 37 war ein dicker Torffaserstoff, im Griff und Aussehen an einen Wollstoff erinnernd, von ziemlich niedrigem spezifischem Gewicht, erheblichem Porenvolumen und ziemlich günstigem Verhalten gegenüber Wasser (nach Benetzung blieben 83 % der Poren luftdurchgängig). In Fig. 7 ist er bei 6facher Vergrößerung wiedergegeben. In seinem Wärmeleitungsvermögen entsprach er trotz seiner größeren Dicke allerdings nur etwa einem Sommerkammgarnstoff. Haltbarkeit und Preiswürdigkeit vorausgesetzt, dürften sich solche Stoffe zur Oberkleidung wohl eignen.

Eine Probe aus Typhafasern, welche neuerdings angeblich als Ersatzfaser an Bedeutung gewinnen sollen, stand dem Gesundheitsamt leider für seine Untersuchungen nicht zur Verfügung.

Schlußfolgerungen.

Die Ergebnisse der vorstehend mitgeteilten Untersuchungen lassen sich etwa in folgenden Sätzen zusammenfassen.

Die reinen Papierstoffe nehmen hinsichtiich ihrer physikalischen Eigenschaften eine Stellung zwischen den glattgewebten Baumwoll- und Leinenstoffen einerseits und den trikotartig gewebten Baumwollstoffen andererseits ein, stehen aber im allgemeinen den ersteren bedeutend näher.

Der besonders bei den dünnen Papiergeweben sehr weitmaschigen Webart wegen, die äußerlich oft an die sogen. Netzstoffe erinnert, sind sie durchschnittlich spezifisch leichter als die glatten Baumwollstoffe. Ihre Luftdurchlässigkeit ist aus demselben Grunde, im Vergleich zu glatten Baumwollstoffen, sehr groß. Ihre Fähigkeit, Wasserdampf zu absorbieren, wird durch die starke Imprägnierung der Fasern augenscheinlich nicht unerheblich eingeschränkt. Nach der Durchtränkung mit tropfbar flüssigem Wasser und nachfolgendem Auspressen bleibt ein Teil des Gewebes lufthaltig, während sich die Poren glattgewebter Leinen- und Baumwollstoffe völlig schließen. Das Wärmeleitungsvermögen der Papierstoffe entspricht etwa dem der glatten Leinen- und Baumwollstoffe. Weisen somit die Papierstoffe manche Eigenschaften auf, welche sie hygienisch über die glattgewebten Leinen- nnd Baumwollstoffe hinausheben, so haften ihnen — das trifft wenigstens auf die dem Gesundheitsamt vorgelegten Muster zu — andererseits wieder Eigentümlichkeiten an, welche sie zur Unterkleidung völlig, zur Oberkleidung bis zu einem gewissen Grade ungeeignet machen, das ist ihre Starrheit, Unschmiegsamkeit und Härte. Erst wenn die Technik diese Eigenschaften beseitigt, dürften sie Aussicht haben, für die menschliche Bekleidung mehr herangezogen zu werden. Den trikotartig gewebten Leinen- und Baumwollstoffen sind sie auch, abgesehen von diesen Mängeln, erheblich unterlegen.

Über ihre Haltbarkeit und Preiswürdigkeit ein Urteil abzugeben, lag außerhalb des Rahmens der vorstehenden Untersuchungen.

Die Mischgewebe aus Papier und Wolle oder Kunstwolle nähern sich in ihren Eigenschaften den dünnen Kammgarnstoffen für die Oberkleidung, stehen diesen aber im Wärmehaltungsvermögen nach.

Die durch Vermittelung der Kriegs-Rohstoff-Abteilung dem Gesundheitsamt überwiesenen Mischgewebe für Unterkleidung sind hinsichtlich ihrer physikalischen Eigenschaften den Baumwolltrikotstoffen ähnlich und bedeuten daher zweifellos einen Fortschritt auf dem Gebiete der Ersatzfaserstoffherstellung. Doch scheinen sie den Baumwolltrikotstoffen an Elastizität und Leichtigkeit etwas nachzustehen. Die Anzahl der geprüften Muster ist aber zu gering, als daß man über diese Punkte ein abschließendes Urteil abgeben könnte. Auch die Frage der Haltbarkeit und Preiswürdigkeit muß für sie wieder offen bleiben.

Nessel- und Torffasergewebe hinterließen, soweit aus einer Probe Schlüsse gezogen werden können, einen günstigen Eindruck.

Die Herstellung von Geweben durch Mischung verschiedener Grundstoffe ist im übrigen bekanntlich nicht allein aus der Not der Zeit geboren. Das hier benutzte

Prinzip hat schon in Friedenszeiten, namentlich für die Herstellung von Unterkleidung, mit Vorteil Anwendung gefunden. „Gewebe aus Stoffmischungen verhalten sich", wie Rubner sagt, „in mancher Hinsicht wie die Legierungen bei den Metallen. Man gibt manchem Edelmetall einen Zusatz, um dasselbe im Gebrauch widerstandsfähiger zu machen." Es ist nur zu bedauern, daß der für die Herstellung von Bekleidungsstoffen in erster Linie stehende „Edel"-Rohstoff, die Wolle, anscheinend zurzeit noch in so geringer Menge zur Verfügung steht, daß er von den maßgebenden Stellen für die Zusammensetzung von Mischgeweben nicht, oder nur in sehr beschränktem Umfange herangezogen werden kann und daß es einen vollgültigen Wollersatz einstweilen noch nicht gibt.

Berlin, Hygienisches Laboratorium des Reichsgesundheitsamts, im Januar 1919.

Beiträge zur Bestimmung von Zink in organischen Stoffen — Harn, Kot, Lebensmitteln usw. — nebst Bemerkungen über den Zinkgehalt von Reagentien und Analysengefäßen.

Von

Technischem Rat **A. Weitzel,**

Ständigem Mitarbeiter im Reichsgesundheitsamte.

I. Einleitung.

Bei dem Versuch, die Ursache des sogenannten Gießfiebers bei Messinggießern, worüber später von E. Rost berichtet werden wird, festzustellen, stieß die Bearbeitung der Aufgabe, kleine, nur Milligramme betragende Mengen Zink in den Tagesausscheidungen von Versuchspersonen und Versuchstieren quantitativ einwandfrei zu ermitteln, zunächst auf nicht vorherzusehende Schwierigkeiten. Die zu ähnlichen Bestimmungen beschriebene Versuchsmethodik konnte nicht völlig befriedigen. Es stellte sich aber auch heraus, daß aus dem nach mühevollen Untersuchungen schließlich sicher ermittelten Befund von Zink in den Darmentleerungen von Menschen nach Einatmen von Gießdämpfen der Zinkgehalt, der im Stuhlgang festgestellt wurde, nicht ohne weiteres und ausschließlich auf eingeatmetes oder verschlucktes Zink zurückgeführt werden darf, da nach den in einer nachfolgenden Abhandlung von E. Rost und Weitzel des näheren zu beschreibenden Untersuchungen[1]) nicht — wie dies in der Fachliteratur auch bei der Erforschung der Ursache des sogenannten Zinkhüttensiechtums durch Seiffert geschehen ist — vorausgesetzt werden kann, daß unter den zurzeit üblichen Lebensbedingungen der menschliche Körper frei von Zink ist. Jedenfalls haben andere Untersucher die im Kot und auch im Harn aufgefundenen Mengen Zink auf die beim Aufenthalt in Messinggießereien und in Zinkhütten aufgenommenen Metallmengen ausschließlich zurückgeführt.

Im Nachstehenden soll über die Methodik, die bei der quantitativen Prüfung von Harn und Kot, sowie bei einer Anzahl von Lebensmitteln, menschlichen und tierischen Organen, Geweben usw. auf Zink angewendet worden ist, berichtet werden;

---

[1]) Vorläufige Mitteilung. A. Weitzel, Zentralbl. f. Physiolog. Bd. 28, 1914, S. 766.

bei ihrer Ausarbeitung mußte mit Sicherheit ausgeschlossen werden, daß Zink in das Versuchsmaterial bei der Analyse aus den benutzten Gefäßen und den angewendeten Reagentien hineingelangt war. Harn und Kot waren teils von Messinggießern nach dem Einatmen von Gießdämpfen und von Versuchspersonen, die sich längere Zeit in den Gießräumen aufhielten, teils von solchen Personen entleert worden, die nicht mit Zinkdämpfen in Berührung gekommen waren. Die Tatsache, daß nicht nur im Kot regelmäßig nicht unbeträchtliche Mengen Zink sicher nachgewiesen werden konnten, sondern daß in fast allen Lebensmitteln Zink zum Teil in beträchtlichen Mengen sich ermitteln ließ, führte dazu, eingehend zu prüfen, ob tatsächlich dieses bei der Analyse gefundene Zink in den untersuchten Stoffen vorhanden und nicht erst bei der chemischen Bearbeitung von außen in sie hineingelangt war.

Als erschwerend für die Bestimmung von Zink, die an sich keine Schwierigkeit bietet, in den genannten organischen Materialien sind insbesondere die folgenden Umstände zu berücksichtigen: Die Zerstörung großer Mengen organischen Materials, der die Zinkabscheidung störende Einfluß der Phosphate, sowie die Entfernung der kleinen Mengen Eisen, die dem zu isolierenden Zink fest anhaften. Die im Verlauf der Untersuchungen in den nämlichen Stoffen aufgefundenen Metalle Kupfer und unter Umständen auch Zinn boten dagegen analytisch kaum Schwierigkeiten.

Orientierende Versuche zur Trennung des Zinks in der von den Schwermetallen Kupfer, Zinn usw. befreiten salzsauren Aschenlösung von der Phosphorsäure und dem Eisen durch Aufnahme des Zinks in Ammoniakflüssigkeit nach K. B. Lehmann (1) führten, weil bei dieser Art der Isolierung des Zinks leicht geringe Mengen Zink in den durch Ammoniak ausgefällten Phosphaten zurückgehalten werden können, nicht immer zu dem gewünschten Ziel und ließen deshalb den Wunsch entstehen, das Zink auf anderem Wege abzuscheiden.

Die Beseitigung der Phosphorsäure nach dem allgemein bekannten, auch von Brandl und Scherpe benutzten Verfahren mittels rauchender Salpetersäure und Zinn wurde für die vorliegende Fragestellung überhaupt nicht versucht, weil dieses Verfahren mit Rücksicht auf die große Zahl der zu bewältigenden Analysen zu zeitraubend gewesen wäre, ferner das langandauernde Arbeiten mit rauchender Salpetersäure als sehr lästig empfunden werden muß und schließlich bei der Verwendung von etwa zinkhaltigem Zinn[1]) Zink in das Untersuchungsmaterial, bei dem es sich ohnehin meistens nur um die Bestimmung geringer Zinkmengen handelte, gelangen konnte.

Dagegen gelang es, wie dies weiter unten näher beschrieben ist, den störenden Einfluß der Phosphorsäure in der sauren, von den Schwermetallen Kupfer, Zinn usw. vorher befreiten Aschenlösung beim Verfahren I durch Ausfällung des Zinks als Ferrocyanzink und seine Überführung in Zinkoxyd, beim Verfahren II — teilweise nach dem Vorgang von K. B. Lehmann — durch Behandlung mit Natronlauge und im Anschluß daran mit Essigsäure, Abscheidung des Zinks aus dem essigsauren Filtrat als Schwefelzink und seine Oxydation zu Zinkoxyd, auszuschalten, so daß diese für

[1]) Vergl. E. Schmidt, Anorg. Chemie, 5. Aufl. 1907, Bd. I, S. 511. — Durch einen eigenen Versuch konnten in 4 g reinem Zinn 0,6 mg Zink (Zn) neben Spuren Eisen nachgewiesen werden. —

die Wahl des Analysengangs wichtige Frage in befriedigender Weise als gelöst angesehen werden konnte.

Die Voraussetzung für die Anwendung des Ferrocyankaliumverfahrens (I) bildet die Feststellung, daß in der sauren, von den Schwermetallen Kupfer, Zinn usw. befreiten Aschenlösung das abgeschiedene Ferrocyanzink sich völlig resistent verhält und die gelösten Phosphate gelöst bleiben und so ohne Einfluß auf die Abscheidung des Zinks sind.

Es läßt sich also das Zink ohne Verlust abscheiden und zur Bestimmung bringen. Zwar ist das Endprodukt (ZnO) trotzdem zuweilen noch mit kleinsten Mengen mechanisch mitgerissener Phosphorsäure und Eisen behaftet, die sich vom Zinkoxyd auch nach mehrmaligem Umarbeiten des Glührückstandes nicht immer entfernen ließen; jedoch ist diese Verunreinigung so gering, daß sie unwägbar war und deshalb, wenn vorhanden, vernachlässigt werden konnte.

Mit der Verwendung zahlreicher Reagentien, wie es bei dem Ferrocyankaliumverfahren der Fall ist, die z. T. auch in größeren Mengen verwendet werden mußten, ist ohne Zweifel eine Fehlermöglichkeit gegeben: Die — prozentisch betrachtet — wohl bedeutungslosen etwaigen Zinkmengen der einzelnen Reagentien können zusammengenommen das endgültige Untersuchungsergebnis durch Vortäuschung von Zink in den untersuchten Materialien beeinflussen; mit an sich sehr kleinen, mit Sicherheit nicht mehr zu ermittelnden und deshalb in der Regel bedeutungslosen Mengen Zink ist aber bei Säuren, Laugen und destilliertem Wasser, besonders wenn große Mengen von ihnen bei der Analyse verwendet werden müssen, zu rechnen, wie auch die nachstehenden Untersuchungen zeigen werden. Gummistopfen sind in jedem Fall zu vermeiden.

Die Möglichkeit, daß aus den Reagentien kleinste Mengen Zink in das Untersuchungsmaterial gelangen könnten, ist bei dem kurzen Verfahren (II) so gut wie ausgeschlossen, weil hier Reagentien in geringerer Anzahl und in geringeren Mengen als bei dem Ferrocyankaliumverfahren (I) in Anwendung kommen.

Bei sorgsamer Arbeitsweise liefern beide Verfahren in jeder Beziehung verläßliche Resultate, wie die in der folgenden Tabelle 1 (S. 479) zusammengestellten, in mehreren organischen Materialien nach beiden Verfahren (I und II) ermittelten Zinkwerte zeigen.

Im späteren Verlauf der Untersuchungen ist ausschließlich das kurze Verfahren (II) zur Anwendung gelangt. Gleichwohl soll das Ferrocyankaliumverfahren (I), weil es manches methodisch Bemerkenswerte gebracht hat, hier ebenfalls näher beschrieben werden.

2. Beschreibung der beiden Bestimmungsverfahren (I und II).

Im allgemeinen wurde die trockene Veraschung des organischen Materials gewählt, womit selbst größere Mengen leicht veraschbarer organischer Materialien verschiedener Art (wie ganze Tagesmengen Kot, 200 bis 500 g Brot, 1 kg Kartoffeln) bequem und in kurzer Zeit verascht werden können. Dagegen wurde die Oxydation des organischen Materials auf nassem Wege dann in Anwendung gebracht, wenn größere Mengen Harn (500 bis 1500 ccm), sowie große Mengen schwer verasch-

Tabelle 1. Zusammenstellung der nach den Verfahren I und II in verschiedenen organischen Stoffen ermittelten Mengen Zink[1]).

Art des organischen Stoffs	Angewendete Menge des organischen Stoffs		Zink (Zn)		Angewendetes Verfahren	Art des Glases der Kolben, in denen die Oxydation auf nassem Wege erfolgte
	frisch g	lufttrocken g	In der angewendeten Stoffmenge mg	Auf 1 kg des Stoffes berechnet mg		
Fleisch vom Rind (1 Probe)	200,0	—	9,2	46,0	I a[2])	Zinkhaltiges[3]) Jenaer Glas
	(= 100,0)	26,5	5,0	50,0	I a	Zinkfreies[3]) Glas
	(= 100,0)	26,5	5,1	51,0	I b	—
	(= 50,0)	13,25	2,6	52,0	II b	—
	(= 75,5)	20,0	3,8	50,3	Dr. Pfyls[4])	—
Leber vom Rind						
Probe I	100,0	—	8,4	84,0	I a	Zinkfreies Glas
	100,0	—	8,2	82,0	II b	—
Probe II	100,0	—	6,2	62,0	II a	Zinkfreies Glas
	(= 100,0)	30,1	5,8	58,0	II b	—
Blut vom Rind (1 Probe)	(= 300,0)	56,1	1,6	5,3	I a	Zinkfreies Glas
	(= 300,0)	56,1	1,7	5,7	II b	—
Kot vom Menschen (Mischkot)						
Probe I	—	20,0	5,8	—	I a	Zinkhaltiges Jenaer Glas
	—	20,0	5,6	—	II b	—
Probe II	—	20,0	6,7	—	I a	Zinkhaltiges Jenaer Glas
	—	20,0	6,9	—	I a	Zinkfreies Glas
	—	20,0	7,3	—	I b	—
	—	20,0	7,1	—	II b	—

barer Materialien wie Fleisch (200 bis 1000 g), Leber (200 bis 400 g) usw. zu zerstören waren. Auf diese Weise können selbst die letzteren mit ihrem hohem Eiweiß- bezw. Fettgehalt in erheblich kürzerer Zeit oxydiert werden als durch trockne Veraschung.

I. Ferrocyankaliumverfahren.

a) Bestimmung des Zinks in dem auf nassem Wege oxydierten organischen Material.

Das Material wurde in dem ursprünglichen Zustande oder in Form von lufttrockener Substanz mit konzentrierter Schwefelsäure — 20 bis 50 ccm, je nach der zu analysierenden Menge — in einem Kolben aus Jenaer Glas gemischt und dann nach

[1]) Über die weitere Bewertung der Zahlen dieser Tabelle siehe die spätere Abhandlung von E. Rost und Weitzel.

[2]) a bedeutet Zerstörung der Substanz auf nassem Wege, b Zerstörung der Substanz durch Veraschung.

[3]) Über den Zinkgehalt von Jenaer Glas und anderer Glasarten sowie zinkfreies Glas vergl. S. 488 u. 489.

[4]) Vergl. S. 484.

und nach mit rauchender Salpetersäure in kleinen Mengen (1 bis 2 ccm) vorsichtig versetzt, bis nach einem erneuten Säurezusatz eine nennenswerte Reaktion nicht mehr eintrat. Hierauf wurde der Kolben vorsichtig erhitzt und die Oxydation des organischen Materials unter weiterem Zusatz rauchender Salpetersäure in bekannter Weise zu Ende geführt. In der fast farblos gewordenen Flüssigkeit wurden die noch darin vorhandenen Nitroverbindungen nach Zusatz von etwas grobgepulvertem Bimsstein durch 2 maliges Auskochen mit je 300 ccm Wasser unter Verdampfung des Wassers entfernt, worauf der Inhalt des Kolbens in eine Quarzschale gebracht und die überschüssige Schwefelsäure abgeraucht wurde. Hierauf wurde der Rückstand mit einigen ccm Salzsäure und Wasser (250 ccm) aufgenommen, die Flüssigkeit filtriert, das Filtrat mit Schwefelwasserstoff gesättigt und einige Stunden (bezw. über Nacht) unter Schwefelwasserstoff-Druck stehen gelassen, bis die Sulfide sich abgesetzt hatten[1]). Alsdann wurde vom Sulfidniederschlag abfiltriert und mit Schwefelwasserstoffwasser ausgewaschen. Der Filterrückstand wurde für die weitere Untersuchung auf Kupfer usw. verwendet. Aus dem Filtrat wurde in einem Stehkolben von Jenaer Glas von 1 Liter Inhalt der Schwefelwasserstoff durch Kochen der Flüssigkeit entfernt, und dann die letztere, nach Ergänzung des verdampften Wassers, mit 30%iger Natronlauge soweit abgestumpft, daß die Flüssigkeit noch deutlich sauer reagierte und völlig klar blieb[2]). Der nun folgenden Ausfällung und Abscheidung des Zinks als Ferrocyanzink ist besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden; die völlig erkaltete Flüssigkeit wird mit 10 bis 20 ccm einer 10%igen Ferrocyankaliumlösung versetzt, zum Sieden gebracht, 10 Minuten im schwachen Sieden erhalten[3]) und dann, mit einem Uhrglas bedeckt, über Nacht beiseite gestellt. Der am andern Morgen abgeschiedene, mit Berlinerblau untermischte Niederschlag von Ferrocyanzink wurde auf einem Asbestfilter gesammelt[4]), dann mit dem Asbestfilter in den bei der Fällung des Ferrocyanzinks

---

[1]) Hier sowohl als in allen anderen ähnlichen Fällen wurde zu den mit Schwefelwasserstoff gesättigten Flüssigkeiten etwas Äthyläther hinzugefügt. Hierdurch werden die Sulfide schneller und in kompakter Form abgeschieden, in der sie sich bequem und schnell abfiltrieren lassen, ohne daß dabei Sulfide mit durch das Filter hindurchgehen. Vorher wird auf das nasse, fest an die Wandungen des Trichters angedrückte Filter vor Beginn der Filtration etwas — durch Schütteln von Filtrierpapier mit Wasser erhaltener — Filtrierpapierbrei gegeben und nach dem Abtropfen des Wassers mit der Filtration begonnen.

[2]) Bei etwaigem Überschuß an zugesetzter Lauge ist so viel Salzsäure hinzuzufügen, daß die ursprüngliche saure Reaktion wieder hergestellt ist und die Flüssigkeit völlig klar wird.

[3]) Daß beim Sieden der Flüssigkeit Ferrocyanzink nicht in Lösung geht, konnte durch entsprechende Kontrollversuche gezeigt werden.

[4]) Dieser Teil der Operation ist im folgenden eingehend beschrieben, weil leicht Störungen und Fehler unterlaufen können, wenn das Abfiltrieren des Niederschlags von Ferrocyanzink usw. nicht unter den nachfolgenden Kautelen geschieht: Die von dem Niederschlag in einen mit Abschlußhahn versehenen Schüttelrichter abgegossene klare Flüssigkeit wurde tropfenweise auf das in einem Goochtiegel befindliche, aus gereinigtem Asbest hergestellte Filter gegeben und unter ganz gelindem Saugen tropfenweise abfiltriert. Alsdann wurde der Niederschlag mit dem Rest der Flüssigkeit, ebenfalls tropfenweise, vorsichtig auf das Filter gegeben und unter den gleichen Bedingungen, wie vorher, abgesaugt. Hierbei muß es unter allen Umständen streng vermieden werden, die dem Kolben noch anhaftenden letzten Reste des Niederschlags mit Wasser auf das Filter zu spülen und das Filter auszuwaschen, weil sonst Teile des Niederschlags mit durch das Filter hindurchgerissen werden.

benutzten Kolben zurückgebracht und nach Zusatz von 15 bis 20 ccm konz. Schwefelsäure so lange erhitzt, bis das mit Berlinerblau untermischte Ferrocyanzink völlig gelöst und oxydiert und die Flüssigkeit farblos war, was sich mit Hilfe von etwas Wasserstoffsuperoxyd noch beschleunigen läßt. Hierauf wurde der Inhalt des Kolbens mit Wasser (50 ccm) in einen Goochtiegel gespült, die Flüssigkeit durch gelindes Saugen vom Asbest getrennt, der Asbest unter Absaugen mit Wasser (100 ccm) ausgewaschen und in den vereinigten, abgesaugten Flüssigkeiten das Eisen mittels Ammoniakflüssigkeit in üblicher Weise ausgefällt und abfiltriert. Das mit einigen ccm frischbereitetem gelben Schwefelammonium versetzte ammoniakalische Filtrat wurde in einem Erlenmeyerkolben 10 Minuten auf dem Wasserbad bei 50 bis 60° erwärmt, der Kolben nach dem Erkalten mit einem Stopfen verschlossen, über Nacht beiseite gestellt, dann das Zinksulfid auf einem Filter gesammelt, mit verdünntem gelben Schwefelammonium ausgewaschen und in verdünnter Salzsäure gelöst.

Nachdem die in der salzsauren Lösung noch vorhandenen Spuren Ferrosalz in üblicher Weise mittels Salpetersäure zu Ferrisalz oxydiert und das Eisen mittels Ammoniak unter Zusatz von Chlorammonium heiß gefällt und abfiltriert war, wurde in dem mit Essigsäure sauer gemachten ammoniakalischen Filtrat mittels Schwefelwasserstoff das Zink als Sulfid abgeschieden, letzteres auf einem Filter gesammelt, mit Schwefelwasserstoffwasser unter Zusatz von einigen Tropfen verdünnter Essigsäure ausgewaschen und dann samt dem Filter verascht und geglüht. Der Glührückstand wurde in 1%iger Salzsäure gelöst und filtriert. In dem Filtrat wurde das Zink mit Sodalösung gefällt, wobei die Flüssigkeit zunächst zum Sieden erhitzt und dann auf dem Wasserbade weiter erwärmt wurde, bis das basische Zinkkarbonat sich gut abgeschieden hatte, das dann auf einem Filter gesammelt, ausgewaschen, samt dem Filter verascht, geglüht und der Glührückstand als Zinkoxyd zur Wägung gebracht wurde. War der Glührückstand noch durch Spuren Eisenoxyd gelblich gefärbt, so wurde er nochmals in 1%iger Salzsäure gelöst und in der filtrierten Lösung das Zink endgültig — nötigenfalls unter nochmaliger Wiederholung dieses Reinigungsverfahrens — in der angegebenen Weise als Zinkoxyd bestimmt.

b) Bestimmung des Zinks in dem auf trocknem Wege veraschten organischen Material.

Die Veraschung des Materials in dem ursprünglichen Zustand oder in Form der lufttrocknen Substanz wurde ohne Zusatz von oxydierenden Stoffen (wie Ammoniumnitrat und Salpetersäure) in Quarzschalen[1]) vorgenommen. Bei größeren Mengen, reichlich Kohle liefernder organischer Substanz (z. B. Harn, Milch, Blut, menschliche und tierische Organe und Gewebe) wurden zur Beschleunigung des Verbrennungsprozesses die nach dem Verkohlen der Substanz in der Kohle zusammengesinterten,

[1]) Diese haben hier vor den Porzellanschalen den Vorzug, daß in ihnen die Veraschung gleichmäßig vor sich geht und die Verbrennungstemperatur, besonders bei Verwendung von Pilzbrennern, so geregelt werden kann, daß eine zu starke Erhitzung des Veraschungsobjektes und dadurch mögliche Reduktion der Zinkverbindungen bezw. Verflüchtigung von Zink, wie dies aus besonderen Versuchen hervorging, nicht eintritt.



den Verbrennungsprozeß verzögernden Salze durch Auftröpfeln von heißem Wasser auf die Kohle aus dieser herausgelöst und dann die Veraschung — nötigenfalls unter ein- oder mehrmaliger Wiederholung dieses Vorganges[1]) — beendigt. Die Asche wurde — je nach deren Menge — zweimal mit je 5 bis 15 ccm Salzsäure bis zur völligen Trockenheit auf dem Wasserbade abgeraucht, mit Salzsäure und heißem Wasser erschöpfend ausgezogen, der filtrierte Auszug mit Schwefelwasserstoff gesättigt und im übrigen weiter behandelt, wie das unter I a im einzelnen beschrieben ist.

Wie bereits oben erwähnt worden ist, enthalten die nach diesem Verfahren erhaltenen Endprodukte von Zinkoxyd häufig noch Spuren von Eisen und Phosphorsäure. Um ein Urteil über die Menge dieser Verunreinigungen zu gewinnen, wurde in einigen Glührückständen der wirkliche Gehalt an Zinkoxyd nach dem von K. B. Lehmann(¹)[2]) angegebenen Titrierverfahren mittels Ferrocyankalium festgestellt. Die nach diesem Verfahren ermittelten Werte für Zinkoxyd fielen zwar durchweg um einige Zehntel eines Milligrammes niedriger aus, als die Gewichte der entsprechenden Glührückstände, indessen dürfen derartige geringe Unterschiede als unvermeidbare Analysenfehler hingenommen und vernachlässigt werden.

II. Kurzes Verfahren.

a) Bestimmung des Zinks in dem auf nassem Wege oxydierten organischen Material.

Hierbei wurde gemäß der unter I a angegebenen Arbeitsweise die Oxydation des organischen Materials mittels konzentrierter Schwefelsäure unter Zusatz von rauchender Salpetersäure ausgeführt und im übrigen wie bei I a weiter verfahren bis zum Abscheiden der Sulfide, die ebenfalls für die weitere Untersuchung auf Kupfer usw. zurückgestellt wurden.

Alsdann wurden in dem vom Schwefelwasserstoff befreiten Filtrat mit Rücksicht auf die Abscheidung des Eisens die durch den Schwefelwasserstoff zu Ferroverbindungen reduzierten Ferriverbindungen durch die übliche Behandlung mit Salpetersäure wieder zu Ferriverbindungen oxydiert. Nach dem Erkalten der Flüssigkeit wurde diese dann zunächst mit 30%iger Natronlauge alkalisch, hierauf mit Essigsäure sauer gemacht, kräftig umgeschüttelt und nach dem Absetzenlassen filtriert, wodurch sich der störende Einfluß der Phosphate schnell und bequem beseitigen läßt. Der Filterrückstand, der sich seiner gallertartigen Beschaffenheit wegen nur schwer auswaschen ließ, wurde nach dem möglichst vollständigen Abtropfen der Flüssigkeit in verdünnter Salzsäure gelöst, die salzsaure Lösung wieder mit Natronlauge und Essigsäure behandelt usw.

[1]) Dieser einfache Handgriff wurde direkt in der Veraschungsschale vorgenommen, indem die an die höher gelegene Seite der schräg gestellten Schale gebrachte Kohle durch Auftropfenlassen von heißem Wasser ausgelaugt, hierauf die Flüssigkeit bei entsprechender schräger Stellung der Schale auf dem Wasserbad zunächst verdampft und dann die Kohle vollends verascht wurde.

[2]) Dieses von Lehmann abgeänderte Fahlbergsche Titrierverfahren besteht im wesentlichen darin, daß die schwachsaure Zinklösung mit einer Ferrocyankaliumlösung nach der Tüpfelmethode titriert wird, wobei eine empirische Ferrocyankaliumlösung verwendet wird, die genau auf eine Zinklösung von bestimmtem Gehalt eingestellt ist und als „Endtiter" eine Uranlösung dient.



und nötigenfalls dieses Verfahren noch ein- bis mehrere Male wiederholt, bis in dem essigsauren Filtrat Zink mittels der Ferrocyankaliumprobe nicht mehr nachweisbar[1]) war. Die vereinigten essigsauren Filtrate wurden mit Schwefelwasserstoff gesättigt — wobei die in der Flüssigkeit gelösten Phosphate der Alkalien und alkalischen Erden gelöst bleiben — und einige Stunden bezw. über Nacht unter Schwefelwasserstoffdruck stehen gelassen. Nach Zusatz von etwas Äthyläther wurde das abgeschiedene Zinksulfid unter den bei Ia (Seite 480) angegebenen Vorsichtsmaßregeln auf einem Filter gesammelt, mit Schwefelwasserstoffwasser, dem einige Tropfen Essigsäure zugesetzt waren, ausgewaschen und samt dem Filter verascht und geglüht. Der Glührückstand wurde, um etwa noch vorhandene Spuren Eisen abzutrennen, in einigen ccm einer 2%igen Essigsäure gelöst, die Lösung durch ein kleines, mit etwas Filtrierpapierbrei bedecktes Filter filtriert und das Filter ausgewaschen. In dem essigsauren Filtrat wurde das Zink mittels Schwefelwasserstoff wiederum als Zinksulfid abgeschieden, dieses in üblicher Weise abgetrennt, in einem Quarztiegel geglüht und als Zinkoxyd zur Wägung gebracht.

b) Bestimmung des Zinks in dem auf trocknem Wege veraschten organischen Material.

Die Veraschung des organischen Materials und die weitere Behandlung der Asche bis zu dem Abscheiden der Schwermetalle aus der salzsauren Lösung der Asche mittels Schwefelwasserstoffs wurden hier in der gleichen Weise, wie dies unter Ib angegeben ist, ausgeführt. In der nach dem Ausfällen der Schwermetalle Kupfer, Zinn usw. vom Schwefelwasserstoff befreiten und hierauf — zwecks Überführung der Ferrosalze in Ferrisalze — in üblicher Weise mit Salpetersäure behandelten salzsauren Lösung der Asche wurde dann das Zink in der unter IIa im einzelnen beschriebenen Weise bestimmt.

Dieses Verfahren bietet, wie erwähnt, den Vorteil, daß Reagentien nur in geringer Anzahl und in geringen Mengen — besonders bei der Zinkbestimmung in dem auf trocknem Wege veraschten Material — notwendig sind, überdies ist es in erheblich kürzerer Zeit ausführbar als das unter Ia und b beschriebene, und das Zink wird dabei aus der organischen Substanz als nahezu reines Zinkoxyd von fast weißer Farbe abgeschieden.

Der Glührückstand zeigte

1. beim Erhitzen die für Zinkoxyd charakteristische Gelbfärbung — Glühprobe —,

2. mit Kalium-Natriumkarbonat und 1 Tropfen stark verdünnter Kobaltnitratlösung geschmolzen, die hierbei auftretende, für Zinkverbindungen charakteristische Grünfärbung — Rinmannsches Grün —, die hervorzurufen schon 0,3 bis 0,5 mg des Glührückstandes genügten — Kobaltprobe — und

3. in dem durch Zusatz von Ferrocyankaliumlösung in der salzsauren Lösung des Glührückstandes hervorgerufenen Niederschlag die charakteristischen Eigenschaften des Ferrocyanzinks: Unlöslichkeit in Ammoniakflüssigkeit, Löslichkeit in verdünnter

[1]) Vergl. hierzu am Schluß dieser Seite und Seite 484.

Natronlauge, Wiederfällbarkeit aus der Laugenlösung mittels Schwefelammoniums und Unlöslichkeit dieser Fällung in Essigsäure — Ferrocyankaliumprobe —[1]).

Wenn auch in größeren Mengen des Glührückstandes (ZnO) durch die sehr empfindliche Rhodan- bezw. Molybdänreaktion noch Eisen bezw. Phosphorsäure in Spuren nachweisbar waren, so waren sie doch so gering, daß sie für das Endergebnis nicht von Belang sind[2]). Der ständige Mitarbeiter im Reichsgesundheitsamte Dr. Pfyl konnte bei der Bestimmung des Zinks in 6 Glührückständen nach einem von ihm ausgearbeiteten maßanalytischen Verfahren[3]) 5,6 mg bis 20,5 mg statt 6,0 mg bis 21,0 mg Zinkoxyd nachweisen, wie dies die folgende Tabelle 2 zeigt; die hierbei aufgetretenen Unterschiede (im Mittel 0,37 mg) liegen innerhalb der Grenze der unvermeidlichen Analysenfehler.

Tabelle 2. Zusammenstellung der Gewichte von 6 nach dem kurzen Verfahren (II) als Endprodukt erhaltenen Glührückständen (ZnO) und der von Pfyl darin nach einem besonderen Titrierverfahren ermittelten Werte für Zinkoxyd.

A. Gewicht der zur Titration verwendeten Glührückstände (ZnO) mg	B. Menge des durch Titration in den Glührückständen ermittelten Zinkoxyds mg	C. Die bei der Titration weniger gefundene Menge Zinkoxyd mg
10,0	9,6	0,4
21,0	20,5	0,5
10,0	9,6	0,4
7,0	6,7	0,3
6,0	5,6	0,4
7,1	6,9	0,2
—	—	Im Mittel: 0,37

[1]) Mit Hilfe der sehr empfindlichen Ferrocyankaliumprobe lassen sich selbst sehr geringe Spuren Zink noch mit Sicherheit erkennen. Von den Glührückständen — dem nach Verfahren I und II erhaltenen Endprodukt der Zinkanalysen — genügten wenige Zehntel eines Milligrammes noch für den Nachweis des Zinks. In reinen Zinklösungen konnte in 0,2 ccm einer 0,1 ‰ igen Lösung (= 0,02 mg Zn) durch Zusatz von 1 Tropfen 5 % iger Ferrocyankaliumlösung das Zink noch mit Sicherheit identifiziert werden.

[2]) Wurden je 0,1 ccm einer Eisenchloridlösung (1 : 25000) bezw. Dinatriumphosphatlösung (1 : 25000) mit Rhodansalz- bezw. Molybdänlösung versetzt, so fielen die Eisen- bezw. Phosphorsäurereaktion intensiver aus, als dies mit 0,2 bis 0,5 mg der noch Spuren Eisen und Phosphorsäure enthaltenden Glührückstände der Fall war.

[3]) Dieses Titrierverfahren, das der Autor wegen Einberufung zum Heeresdienst bislang noch nicht veröffentlichen konnte, beruht im wesentlichen darauf, daß man das aus der organischen Substanz abgeschiedene Zinkoxyd mit Zehntel-Normalsalzsäure gegen Methylorange titriert, dann in der neutralen Flüssigkeit mittels einer Lösung von Dinatriumphosphat die Spuren noch vorhandenen Eisens entfernt und hierauf in dem neutralen Filtrat das Zink mit Schwefelwasserstoff fällt. Die hierbei freigewordene Salzsäure ($ZnCl_2 + H_2S = ZnS + 2\,HCl$) wird mit Zehntel-Normalnatronlauge titriert und aus der verbrauchten Menge Zehntel-Normalnatronlauge das Zinkoxyd berechnet. Aus dem erhaltenen Zinksulfid kann zur Kontrolle des maßanalytischen Wertes das Zink noch in üblicher Weise gewichtsanalytisch als Zinkoxyd bestimmt werden.

Um nachzuweisen, daß Zink bei der Einhaltung des einen oder anderen der beiden Bestimmungsverfahren nicht verloren geht, wurden in besonderen Versuchen, deren Ergebnisse in Tabelle 3 zusammengestellt sind, verschieden große Mengen Zink in Form von in Salzsäure gelöstem Zinkoxyd den Materialien, deren Zinkgehalt (Höchstgehalt: 12,6 mg ZnO) vorher ermittelt worden war, zugesetzt; die 10,0 bis 12,5 mg ZnO und einmal je 20,0 und 41,6 mg ZnO betragenden Mengen konnten zu rund 97% (im einzelnen 95,0 bis 99,0%) zurückgewonnen werden, eine Genauigkeit, die bei den gegebenen Schwierigkeiten und dem Umstand, daß das Ausgangsmaterial zinkhaltig war, genügend sein dürfte.

Tabelle 3. Versuche, das (an sich schon zinkhaltigem) organischem Material zugesetzte Zink (in Salzsäure gelöstes Zinkoxyd) wieder zu gewinnen.

(3 Versuche nach dem Verfahren I, 7 Versuche nach dem Verfahren II).

Art des organischen Materials	Die zur Analyse verwendete Menge Material		Der Analysenprobe zugesetzte Menge ZnO	Menge des erhaltenen Glührückstandes als ZnO	Zurückgewonnene Menge ZnO in		Angewendetes Arbeitsverfahren
	frisch g	lufttrocken g	mg	mg	mg	Prozenten der zugesetzten Menge ZnO	
Normaler Kot verschiedener Personen							
Probe 1	—	20,0	—	12,6	—	—	I b
	—	20,0	41,6	52,9	40,3	97,0	
Probe 2	—	9,0	—	2,4	—	—	I b
	—	9,0	10,0	12,0	9,6	96,0	
Probe 3	—	10,0	—	5,1	—	—	II b
	—	10,0	10,0	14,6	9,5	95,0	
	—	10,0	12,5	17,0	11,9	95,0	
Probe 4	—	17,5	—	7,9	—	—	II b
	—	17,5	10,0	17,6	9,7	97,0	
Probe 5	—	20,0	—	8,8	—	—	II b
	—	20,0	10,0	18,6	9,8	98,0	
Harn einer Person von 2 verschiedenen Tagen							
Probe 1	500 ccm	—	—	0,3	—	—	II b
	500 ccm	—	10,0	9,8	9,5	95,0	
Probe 2	500 ccm	—	—	0,3	—	—	II b
	500 ccm	—	10,0	10,2	9,9	99,0	
Fleisch vom Rind (1 Probe)	(= 100,0)	26,5	—	6,3	—	—	I b
	(= 100,0)	26,5	20,0	25,5	19,2	96,0	
Leber vom Rind (1 Probe)	(= 100,0)	30,1	—	7,5	—	—	II a
	(= 100,0)	30,1	10,0	17,3	9,8	98,0	
	(= 100,0)	30,1	—	7,2	—	—	II b
	(= 100,0)	30,1	10,0	17,0	9,8	98,0	
					Im Mittel:	96,8	

Bei der Untersuchung der verschiedenen organischen Materialien auf Zink fanden sich vielfach Kupfer[1]) und bisweilen auch Zinn, die ohne besondere Schwierigkeiten abgeschieden und bestimmt werden konnten.

Die von anderen Untersuchern für die Bestimmung des Zinks in organischen Materialien angewendeten Verfahren beruhen — abgesehen von der Abscheidung des Zinks als Ferrocyanzink usw. nach Verfahren I — auf den gleichen Grundsätzen wie die im vorstehenden beschriebenen Arbeitsweisen; im einzelnen unterscheiden sie sich voneinander hauptsächlich in folgenden Punkten:

Durch die Oxydation der organischen Materialien auf nassem Wege (Brandl und Scherpe — zur Oxydation von zinkhaltigen Äpfelschnitten sowie tierischen Organen —, van Itallie und van Eck und Seiffert), auf trocknem Wege (K. B. Lehmann, Brandl und Scherpe — zur Oxydation von zinkhaltigen Äpfelschnitten und Kot von Hunden —, Lechartier und Bellamy und Raoult und Breton),

durch die Art und Weise, wie die Phosphorsäure aus dem organischen Material herausgeschafft wird (K. B. Lehmann (1) und Seiffert: wiederholtes Aufnehmen der Aschenlösung in überschüssigem Ammoniak; Brandl und Scherpe: Eliminierung in bekannter Weise durch Zinn und rauchende Salpetersäure und van Ittallie und van Eck: Fällung mit Natriumacetat und Eisenchlorid),

durch die Isolierung des Zinks als Zinksulfid und dessen weitere Verarbeitung auf Zinkoxyd, wobei die einen Autoren das Zink endgültig gewichtsanalytisch (K. B. Lehmann (3), Brandl und Scherpe, Lechartier und Bellamy, und Raoult und Breton) und die anderen maßanalytisch bestimmen (K. B. Lehmann (1), der für die Bestimmung sehr kleiner Mengen Zink (0,1 bis 1,0 mg Zn) der größeren Genauigkeit wegen der maßanalytischen Bestimmung den Vorzug gibt und für die Bestimmung darüber hinausgehender Mengen die gewichtsanalytische Bestimmung auch für ausreichend hält — und Strunk und Budde). Endlich ermittelten K. B. Lehmann (4) und A. Rink das Zink in Leitungswässern aus Reinzinkröhren oder galvanisierten Eisenröhren direkt kolorimetrisch.

Wenn keines dieser Verfahren für die Beantwortung der hier gestellten Frage unverändert herangezogen worden ist, geschah dies, weil noch mehr, als von den genannten Untersuchern berücksichtigt ist, darauf Wert gelegt wurde, ein schnell und bequem auszuführendes Arbeitsverfahren zur Hand zu haben, das trotzdem den die Zinkbestimmung störenden Einfluß der Phosphorsäure sicher ausschaltet und außerdem die Gewähr bietet, daß das gefundene Zink auch nicht teilweise aus angewendeten Reagentien und Analysengefäßen stammt.

---

[1]) Kupfer konnte in fast allen untersuchten organischen Substanzen nachgewiesen werden; in einer größeren Anzahl von Fällen wurde es quantitativ auf elektrolytischem Wege bestimmt. Auch von anderer Seite ist schon früher Kupfer neben Zink in organischen Substanzen gefunden worden: K. B. Lehmann (6) ermittelte auf 1 kg Leber des Menschen 2,5—5,0 mg Cu, des Kalbes bis zu 48,0 mg Cu, des Rindes 22,5—51,0 mg Cu, des Hammels 18,0 mg Cu, eines Hammelfötus 7,5 mg Cu. van Itallie und van Eck fanden in 24 Lebern von Menschen beiderlei Geschlechts der verschiedensten Altersstufe — einmal auch in der Leber eines Fötus — auf 1 kg Leber 2,9 bis 30,0 mg Cu neben 17,7—86,8 mg Zn. Raoult und Breton konnten in der Leber des Menschen auf 1 kg 3,0 bis 15,0 mg Cu neben 10,0 bis 76,0 mg Zn nachweisen.



3. Über den Zinkgehalt von Reagentien und Analysengefäßen.

Die Frage, ob bei der Untersuchung von organischen Materialien auf Zink kleine Mengen dieses Metalls aus den angewendeten Reagentien oder aus Analysengefäßen in die Analyse hineingelangen können, ist auf folgende Weise geprüft worden.

Zunächst wurden die für die Ausführung einer größeren Anzahl Analysen in hinreichender Menge beschafften Reagentien einschließlich des destillierten Wassers, jedes einzelne für sich, auf Zink geprüft; hierbei konnte Zink in keinem Falle nachgewiesen werden.

Sodann wurden die für die Bearbeitung sowohl kleinerer als auch größerer Mengen organischen Materials (wie z. B. 1500 ccm Harn, 200 bis 400 g Leber, 200 bis 1000 g Fleisch) erforderlichen Mengen Reagentien (vergl. hierzu Tabelle 4) in blinden Versuchen unter genauer Einhaltung des bei der Zinkbestimmung auf nassem Wege vorgeschriebenen analytischen Ganges auf das Vorhandensein von Zink geprüft; hierbei unterschied sich die Ausführung dieser blinden Versuche von den eigentlichen Analysen dadurch, daß ein Material, das zu zerstören war, fehlte. In einzelnen Fällen wurde deshalb Zucker dem blinden Versuch unterworfen.

Das Ergebnis dieser blinden Versuche war, wie die folgende Tabelle 4 zeigt, daß minimale, braungefärbte, 0,3 bis 0,6 mg betragende Glührückstände und in 2 Fällen Spuren eines nicht mehr wägbaren, braungefärbten Glührückstandes gefunden wurden, die hauptsächlich aus Eisenoxyd bestanden; nur wenn 6 bezw. 3 solcher Glührückstände zusammen geprüft wurden, ließen sich mit der Ferrocyankaliumprobe Spuren Zink erkennen. Ob diese Spuren Zink aus einem in den einzelnen Glührückständen zwar nicht mehr nachweisbaren Zinkgehalt der Reagentien oder aus den verwendeten Glasgefäßen stammen, läßt sich nicht entscheiden. Für das Endergebnis des Zinkbestimmungsverfahrens ist dieser Befund jedenfalls ohne Bedeutung.

Tabelle 4. Ergebnis der zur Prüfung der angewendeten Reagentien auf Zinkgehalt ausgeführten blinden Versuche.

Lfde. Nr. der Versuche	Bezeichnung der Reagentien mit Angabe der zu den blinden Versuchen verwendeten Mengen										Glührückstände (Endprodukte d. Analysen)		
	Wasser	Konz. Schwefelsäure	Rauchende Salpetersäure	Natronlauge, 30%ige	Ferrocyankaliumlösung, 10%ige	Ammoniakflüssigkeit, 25%ige	Gelbes Schwefelammonium	Salzsäure, 25%ige	Essigsäure	Krist. Soda, 40%ige Lösung	Menge	Identitätsprobe auf Zink mittels der Ferrocyankaliumprobe: In den einzelnen Glührückständen	In den vereinten Glührückständen
	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	mg		
1	900	50	50	110	20	50	5	10	4	15	0,3	negativ	schwach positiv
2	900	50	50	110	20	50	5	10	4	15	0,4	„	
3	1000	50	150	110	20	50	5	10	4	15	0,3	„	
4	1000	50	150	110	20	50	5	10	4	15	0,4	„	
5	1000	50	150	110	20	50	5	10	4	15	0,0	„	
6	1000	50	150	110	20	50	5	10	4	15	0,0	„	
	Mit Zusatz von 20 g Rübenzucker.												
7	1250	50	150	150	20	55	5	10	4	15	0,4	negativ	schwach positiv
8	1250	50	150	150	20	55	5	10	4	15	0,6	„	
9	1250	50	150	150	20	55	5	10	4	15	0,5	„	

Durch die verwendeten reinen und praktisch zinkfreien Reagentien ist also, selbst bei Verwendung sehr großer Mengen, Zink in bestimmbarer Menge nicht in die analysierten Materialien hineingelangt; die verwendeten Reagentien besaßen demnach den für einwandfreie Zinkbestimmungen erforderlichen Grad von Reinheit.

Die Prüfung der Frage, ob Zink aus den verwendeten Glasgefäßen in das Analysenmaterial gelangen kann, war umsomehr geboten, als bei der Durchsicht der Fachliteratur sich ergab, daß das Jenaer Glas und andere Glasarten[1]) einen hohen Zinkgehalt aufweisen. Schon durch äußeres Anätzen mit Fluoriden und Schwefelsäure ließ sich im Ätzrückstand Zink nachweisen. In einem Kolben aus Jenaer Glas wurde in 4 Parallelbestimmungen ein mittlerer Zinkgehalt von 6,15 % Zn[2]) ermittelt. Die für die Analyse in Betracht kommenden Säuren, wie konz. Schwefelsäure, Salzsäure, rauchende Salpetersäure, haben jedoch auch bei längerem Erhitzen der mit den Säuren beschickten Kolben aus Jenaer Glas aus diesen Zink nicht herauszulösen vermocht; die Prüfung der Säurerückstände auf Zink fiel hier in jedem Falle negativ aus.

Im übrigen stehen im Handel Kolben aus zinkfreiem Glas zur Verfügung, die sich bei der Nachprüfung als praktisch zinkfrei erwiesen haben (vergl. Anm. auf S. 489).

Die bei der Herstellung von lufttrockener Substanz verwendeten Porzellanschalen und die bei der Veraschung der organischen Substanz benutzten Quarzschalen wurden in folgender Weise auf einen etwaigen Zinkgehalt bezw. eine Zinkabgabe untersucht.

Bei den Porzellanschalen wurde das eine Mal der nach erfolgtem Abrauchen von 2 g Natriumfluorid mit 10 ccm Schwefelsäure in den Schalen verbliebene Rückstand und das andere Mal die mittels groben Quarzsands von der Schalenwandung abgeriebenen Teile der Glasur sowohl für sich als auch unter Zusatz der nach dem Abscheiden des Zinks aus dem Kote verbliebenen, zur Trockne verdampften Analysenrückstände nach dem unter II b angegebenen Verfahren auf Zink geprüft. Die minimalen, etwa 0,3 mg betragenden Glührückstände bestanden hauptsächlich aus Eisen; Zink war darin nicht enthalten.

Die Quarzschalen wurden mit 5 ccm konzentrierter Schwefelsäure und 10 ccm 25 %iger Phosphorsäure eine halbe Stunde über mäßiger Flamme erhitzt und sodann die in den stark angeätzten Schalen verbliebenen Rückstände auf Zink untersucht. Die verwendeten Quarzschalen gaben hierbei keine Spur von Zink ab.

Hiernach wird durch die bei den beschriebenen Zinkbestimmungsverfahren angewendeten Reagentien Zink aus zinkhaltigem Glas, den Porzellan- und Quarzschalen nicht gelöst[3]).

---

[1]) A. Vita, auf dessen Arbeit (1913) mich mein Kollege Dr. Pfyl aufmerksam machte, fand im Jenaer Glas 7,5 %, im Rheinischen Geräteglas (Köln-Ehrenfeld) 6,5 % und in einer Probe Böhmischen, d. h. also zinkfreien Glases 0,02 % Zn. Nach Ost (1907) beträgt der Zinkgehalt des Jenaer Glases 4,2 % Zn.

[2]) Vergl. hierzu S. 489.

[3]) Die weiteren Hilfsmittel für die Analyse: Asbest und Bimssteinpulver wurden in folgender Weise auf Zink untersucht:

4. Über die Angreifbarkeit des Zinks in zinkhaltigem Jenaer usw. Glas durch Lauge und andere Reagentien, wie Phosphorsäure und Fluoride.

Da die genannten Reagentien, erstere besonders im konzentrierten Zustande, letztere bei Gegenwart einer Mineralsäure, beim Erhitzen in Glasgefäßen auf diese eine ätzende bezw. glasauflösende Wirkung ausüben, war es im Hinblick auf die nachfolgenden Überlegungen von Wichtigkeit zu wissen, welche Mengen Zink aus zinkhaltigem Glas herausgelöst werden.

Bei den nicht unbeträchtlichen Mengen Phosphaten im Fleische (der Gehalt an Phosphorsäure wird von König für frisches Rindfleisch zu rund 0,4 % angegeben) erschien es nicht ausgeschlossen, daß bei der Oxydation dieses Materials auf nassem Wege in Kolben aus zinkhaltigem Jenaer Glas bei mehr und mehr zunehmender Konzentrierung der Oxydationsflüssigkeit und längerem Erhitzen Zink aus den Kolben gelöst werden kann. Der Gehalt des Fleisches an Fluoriden (von Gautier und Claussmann für 100 g frisches Rindfleisch zu 0,04 mg F und für 100 g trockenes Rindfleisch (organs secs) zu 0,15 mg F angegeben) ist allerdings sehr gering, gleichwohl sollte eine entsprechende Prüfung nicht unterbleiben.

Bis zu welchem Grade Zink aus zinkhaltigem Glas unter Einwirkung von Phosphorsäure gelöst wird, wurde in Versuchen geprüft, deren Ergebnisse in der Tabelle 5 (S. 490) zusammengestellt sind.

Hierbei wurden 20 ccm konz. Schwefelsäure mit verschieden großen Mengen 25 %iger Phosphorsäure bezw. Dinatriumphosphat ($Na_2HPO_4 \cdot 12\ H_2O$), darunter auch Mengen, die der in 100 g fettfreiem Rindfleisch enthaltenen Menge Phosphorsäure entsprechen, in Kolben aus zinkhaltigem Jenaer Glas und in solchen aus angeblich zinkfreiem Glas[1]) in der Regel 2 Stunden über freier Flamme erhitzt und dann die Rück-

Von dem vor der Benutzung als Filter durch zweckentsprechende Behandlung mit Natronlauge und Salzsäure gereinigten, käuflichen Asbest wurden 10 g mit 50 ccm konzentrierter Schwefelsäure und 400 ccm Wasser in einem Glaskolben erhitzt und mit dem Erhitzen nach dem Verdampfen des Wassers noch 1 Stunde fortgefahren. Der Rückstand wurde nach dem unter IIa angegebenen Verfahren auf Zink geprüft; das Ergebnis war negativ.

Von dem vor Ingebrauchnahme in grobkörniges Pulver verwandelten, mit Salzsäure mehrfach ausgekochten und mit Wasser ausgewaschenen Bimsstein wurden 10 g in der gleichen Weise wie der Asbest geprüft; auch hier konnte in dem Rückstand Zink nicht nachgewiesen werden.

[1]) Dies von der Firma Paul Altmann in Berlin gelieferte „zinkfreie“ Glas wurde in analoger Weise wie das Jenaer Glas zunächst qualitativ auf Zink durch Anätzen mit Natriumfluorid und Schwefelsäure usw. geprüft, wobei Zink nicht nachgewiesen werden konnte. Im Anschluß hieran wurden 2 zu den Untersuchungen schon mehrfach benutzte „zinkfreie“ Glaskolben zu Pulver zerrieben und in folgender Weise quantitativ in Parallelbestimmungen auf Zink untersucht: Aus 5 g des gepulverten und getrockneten Glases wurde in Platinschalen unter Erwärmen auf dem Wasserbad mittels zinkfreier Fluorwasserstoffsäure die Kieselsäure vollständig verjagt und die dem Rückstand noch anhaftende Fluorwasserstoffsäure mit einigen ccm verdünnter Schwefelsäure abgeraucht. Der Rückstand wurde in 5 ccm verdünnter Salzsäure gelöst, die Lösung mit Wasser verdünnt und in dem Filtrat das Zink nach Verfahren IIb bestimmt. Hierbei wurden in 5 g Glas im Mittel 0,5 mg Zn gefunden, d. h. in 100 g Glas 10 mg Zn (0,01 %), also Mengen, die praktisch ohne Bedeutung sind und ohne weiteres den Schluß zulassen, das Glas praktisch als zinkfrei zu betrachten.

Demgegenüber konnten in dem zinkhaltigen Jenaer Glas bei 4 Kontrollbestimmungen im Mittel 6,15 % Zink (Zn) nachgewiesen werden.

Tabelle 5. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse über die Einwirkung eines Gemisches von Schwefelsäure und Phosphorsäure bezw. Dinatriumphosphat auf zinkhaltige und angeblich zinkfreie Glaskolben bei 2stündigem Erhitzen der Kolben über freier Flamme.

Menge der verwendeten			Erhitzt in Kolben aus	Dauer des Erhitzens	Glührückstände (ZnO)				
Schwefelsäure	Dinatriumphosphat ($Na_2HPO_4 + 12H_2O$)	Phosphorsäure, 25%ige			Menge		Ausfall des Identitätsnachweises des Zinks mittels der		
						Berechnet auf Zn	Glühprobe	Ferrocyankaliumprobe	Kobaltprobe
ccm	g	ccm		Stunden	mg	mg			
20	10	—	Jenaer Glas mit einem Zinkgehalt von 6,15% Zn	2	4,0	3,2	positiv	positiv	positiv
20	10	—	„	2	4,6	3,7	„	„	„
20	2	—	„	2	1,8	1,4	nicht deutlich	„	nicht deutlich
20	1	—	„	2	0,8	0,6	„	„ (schwach)	„
20	0,5	—	„	2	0,0	—	—	—	—
20	—	15	„	2	73,0	58,6	positiv	positiv	positiv
10	—	15	„	1	8,4	6,7	„	„	„
5	—	30	„	1/2	57,0	45,8	„	„	„
20	2,5[1])	—	„	2	1,2	1,0	} positiv[2])	} positiv[2])	} positiv)
20	2,5[1])	—	„	2	1,3	1,0			
20	—	2,4[1])	„	2	1,4	1,1	} positiv[2])	} positiv[2])	} positiv[2])
20	—	2,4[1])	„	2	1,6	1,3			
20	2,5[1])	—	zinkfreiem Glas	2	0,4	—	} negativ[2])	} negativ[2])	} negativ[2])
20	2,5[1])	—	„	2	0,2	—			
20	—	2,4[1])	„	2	0,3	—			
20	—	2,4[1])	„	2	0,3	—			

stände auf Zink untersucht. Hierbei zeigte sich, daß bei Verwendung größerer Mengen Phosphorsäure erhebliche Mengen Zink aus dem zinkhaltigen Glas gelöst wurden, daß aber schon die Menge Phosphorsäure bezw. Dinatriumphosphat, die der in 100 g Rindfleisch enthaltenen Menge entspricht, unter Mitwirkung von Schwefelsäure imstande war, 1 mg Zink (Zn) aus dem Jenaer Glas zu lösen, während bei Verwendung von Kolben aus zinkfreiem Glas mit einem Gehalt von etwa 0,01% Zn kein Zink im Glührückstand nachzuweisen war.

Dieser Befund war die Veranlassung, daß nochmals Rindfleisch und Faeces von ermitteltem Zinkgehalt teils in zinkhaltigen, teils in zinkfreien Kolben analysiert wurden. Dabei wurden bei der Oxydation auf nassem Wege sowohl in zinkhaltigen als auch in zinkfreien Glaskolben die gleichen Zinkwerte erhalten, wie die in der nachstehenden Tabelle 6 aufgeführten Zahlen zeigen. Selbst bei der nassen Oxydation

[1]) Mengen, die dem mittleren Phosphorsäuregehalt in 100 g fettfreiem, reinem Muskelfleisch vom Rind entsprechen.

[2]) Die } bedeuten, daß die Gesamtmenge der umklammerten Glührückstände zum Identitätsnachweis benutzt wurde.

sehr großer Mengen Fleisch (in einem besonderen Falle von 1 kg Fleisch, entsprechend etwa 4,0 g Phosphorsäure) in zinkhaltigen Glaskolben konnte eine zinklösende Wirkung auf das zinkhaltige Glas nicht beobachtet werden. Die in diesem Versuch ermittelte Menge Zink betrug 45,8 mg Zink (Zn), also eine die übliche Durchschnittsmenge des im Fleisch enthaltenen Zinks nicht übersteigende Zahl[1]), während nach dem Ausfall des Versuchs mit reiner Phosphorsäure (Tabelle 5) höhere Werte hätten erhalten werden müssen. Es kann somit den im Fleisch und im Kot enthaltenen Phosphaten bei der nassen Oxydation des Fleisches und Kotes in zinkhaltigen Glaskolben (Jenaer Glas) eine zinklösende Wirkung wohl abgesprochen werden; gleichwohl wurden die entscheidenden Versuche (vergl. auch Tabelle 1, letzte Spalte) in Kolben aus zinkfreiem Glas ausgeführt.

Tabelle 6. Zusammenstellung der in organischen Substanzen, die unter den gleichen Bedingungen in zinkhaltigen und zinkfreien Glaskolben auf nassem Wege oxydiert wurden, ermittelten Zinkwerte.

Bezeichnung der untersuchten Substanz	Menge der angewendeten Substanz g	Zink (Zn) gefunden in der angewendeten Menge Substanz mg	Zink (Zn) berechnet auf 1 kg Substanz mg	Oxydiert in Glaskolben aus:
Fleisch vom Rind (1 Probe)	200,0	9,2	46,0	zinkhaltigem Jenaer Glas[2])
	100,0	4,8	48,0	zinkfreiem Glas
	100,0	5,0	50,0	„ „
Kot vom Menschen (Lufttrockene Substanz)				
Probe I	20,0	6,7	—	zinkhaltigem Jenaer Glas
	20,0	6,9	—	zinkfreiem Glas
Probe II	30,0	6,8	—	zinkhaltigem Jenaer Glas
	30,0	6,4	—	zinkfreiem Glas
Probe III	30,0	6,9	—	zinkhaltigem Jenaer Glas
	30,0	6,7	—	zinkfreiem Glas

Entsprechende Versuche mit Natriumfluorid und Schwefelsäure zeigten, daß je nach der Menge des angewendeten Fluorids durch die gebildete Fluorwasserstoffsäure erhebliche Mengen Zink aus den zinkhaltigen Glaskolben gelöst wurden. So konnten aus Glaskolben aus zinkhaltigem Jenaer Glas (mit einem mittleren Zinkgehalt von 6,15 % Zn) mittels 100 bezw. 500 mg Natriumfluorid und 10 ccm konz. Schwefelsäure bei halbstündigem Erhitzen über freier Flamme 6,0 bezw. 24,5 mg Zink (Zn) herausgelöst werden. Die im Fleisch höchstens enthaltenen Mengen von Hundertsteln eines Milligramms Fluor in 100 g Fleisch[3]) sind ohne Einfluß auf die Wandung eines

[1]) Vergl. hierzu die spätere Abhandlung von E. Rost und Weitzel.

[2]) Mit einem bei 4 Kontrollanalysen ermittelten mittleren Zinkgehalt von 6,15 % Zn.

[3]) Mein Kollege Dr. Sonntag hat auf meinen Wunsch, eine quantitative Bestimmung des Fluors im Fleisch nach dem von ihm angegebenen Verfahren zur Bestimmung des Fluorgehaltes von Knochen und Zähnen (diese Arbeiten 1916, Bd. 50, S. 307) zu versuchen, eine quali-

zinkhaltigen Glases; auf den angegebenen Fluorgehalt umgerechnet, würden sich auf 100 g Fleisch etwa 0,005 mg Zn ergeben.

Bei der zur Vervollständigung herangezogenen Prüfung der Angreifbarkeit des Zinks in zinkhaltigen Glaskolben durch Lauge konnte festgestellt werden, daß 30%ige Natronlauge (50 ccm) — in dieser Konzentration bei der Zinkbestimmung in organischem Material lediglich zur Neutralisation der sauren Aschenlösung bis zur schwach alkalischen Reaktion verwendet —, in einem mit Kühler versehenen Kolben aus zinkhaltigem Jenaer Glas ½ Stunde über freier Flamme erhitzt, auf diese Weise 41,6 mg Zink (Zn) aus dem Glas herauszulösen vermochte. Indessen wird durch die bei den vorliegenden Verfahren benutzte 30%ige Natronlauge das Endergebnis der Zinkbestimmungen in keiner Weise beeinflußt, da bei der Art der Verwendung der Lauge diese nicht direkt ätzend auf die Glaswandungen einwirken und somit auch Zink aus dem Glas nicht herauslösen kann.

Wenn hiernach unter Einhaltung des beschriebenen Verfahrens der Oxydation auf nassem Wege auch Zink sicher nicht aus den verwendeten Glasgefäßen herausgelöst wird, so kann in anderen Fällen sehr wohl die Verwendung zinkhaltiger Glasgefäße zu Täuschungen führen, wenn z. B. konzentrierte Phosphorsäure und Lauge sowie Fluoride in Gegenwart von Mineralsäuren in den üblichen Gefäßen aus Jenaer Glas gekocht werden. Vita weist ausdrücklich darauf hin, daß bei der Bestimmung des Zinks in Zinkmineralien das Aufschließen mittels glasauflösender Flüssigkeiten nur in solchen Gefäßen vorgenommen werden darf, von deren Zinkfreiheit man sich vorher überzeugt hat.

5. Zusammenfassung.

1. Nach den geschilderten Verfahren, bei denen das Zink aus der sauren Aschenlösung entweder durch Ferrocyankalium ausgefällt (I) oder nach der Behandlung der Lösung mit Natronlauge und Essigsäure mittels Schwefelwasserstoffs aus dem essigsauren Filtrat ausgefällt wird (II), kann Zink, selbst wenn es in sehr kleinen Mengen vorhanden ist, im Harn und Kot, ebenso wie in tierischen Organen und Geweben und in Lebensmitteln als Zinkoxyd genau und einwandfrei bestimmt werden. Während es hierbei gleichgültig ist, ob das organische Material auf nassem oder trockenem Wege oxydiert wird, verdient das Verfahren II vor dem Ferrocyankaliumverfahren I den Vorzug, weil es Reagentien nur in geringer Anzahl und geringen Mengen erfordert und in kürzerer Zeit ausführbar ist.

2. Bei der Einhaltung der geschilderten Arbeitsweisen und unter Verwendung reiner, als zinkfrei erwiesener Reagentien tritt Zink — sei es aus den Reagentien, sei es aus den stark zinkhaltigen Kolben aus Jenaer Glas — höchstens in so geringen Mengen in das Untersuchungsmaterial über, daß sie selbst bei der genauesten Analyse nicht berücksichtigt zu werden brauchen.

---

tative Prüfung von Muskelfleisch vom Rind mit der Glasätzreaktion vorgenommen. Bei Anwendung von 3,5 g Fleischasche (entsprechend 261 g frischem Fleisch) trat noch keine Ätzwirkung auf, erst mit 10 g Asche (entsprechend 746 g frischem Fleisch) wurde eine schwache, aber deutlich wahrnehmbare Glasätzung erzielt. Der Fluorgehalt des Fleisches war daher so gering, daß eine quantitative Bestimmung nach dem erwähnten Verfahren nicht in Frage kommen konnte.



3. Im übrigen ist in Fällen, in denen in Gefäßen aus zinkhaltigem (z. B. Jenaer) Glas Laugen oder Phosphorsäure in konzentriertem Zustand gekocht oder Fluoride schon in geringen Mengen mit Mineralsäuren erhitzt werden, mit der Möglichkeit zu rechnen, daß Zink aus dem Glas herausgelöst wird und in das Analysenmaterial übergeht; hierfür würden Gefäße aus zinkfreiem Glas zu verwenden sein.

Literatur.

Brandl und Scherpe, Über zinkhaltige Äpfelschnitte nebst Versuchen über die Wirkung des äpfelsauren Zinks. — Diese Arbeiten Bd. 15, 1899, S. 185.

Gautier, A. und Claussmann, Le fluor dans l'organisme animal. — Compt. rend. de l'Académie des Sciences, Bd. 157, Nr. 2, 1913, S. 94.

van Itallie und van Eck, Über das Vorkommen von Metallen in der menschlichen Leber. — Referat aus Arch. d. Pharmac. Bd. 251, 1913, S. 50.

König, J., Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel. 4. Aufl.. Bd. I, 1903 (S. 14) u. Bd. II, 1904 (S. 424/425).

Lechartier und Bellamy, Sur la présence du zinc dans les corps des animaux et dans les végétaux. — Compt. rend. de l'Académie des Sciences, Bd. 84, 1877, S. 687.

Lehmann, K. B., 1. Einige Beiträge zur Bestimmung und hygienischen Bedeutung des Zinks. — Arch. f. Hygiene, Bd. 28, 1897, S. 291. — 2. Hygienische Studien über Nickel. — Ebenda Bd. 68, 1909, S. 421. — 3. Das Gieß- und Zinkfieber. — Ebenda Bd. 72, 1910, S. 358. — 4. Über die Zinkaufnahme des Leitungswassers aus Reinzinkröhren und galvanisierten Eisenröhren und ihre hygienische Bedeutung. — Journ. f. Gasbeleuchtung usw. 56. Jahrg., 1913, S. 717. — 5. Methoden der praktischen Hygiene 1901, S. 614/615. — 6. Hygienische Studien über Kupfer. — Arch. f. Hygiene, Bd. 24, 1895, S. 1.

Ost, Lehrbuch für chemische Technologie, 1907.

Raoult und Breton, Sur la présence ordinaire du cuivre et du zinc dans le corps de l'homme. — Compt. rend. de l'Académie des Sciences, Bd. 85, 1877, S. 40.

Rink, Über die Brauchbarkeit massiver Zinkröhren für Wasserleitungszwecke. — Zeitschr. für Unters. d. Nahrungs- und Genußmittel, Bd. 28, 1914, S. 99.

Seiffert sen., Beteiligung von Blei und Zink am Zinkhüttensiechtum mit Bemerkungen über hygienische Maßnahmen in den Zinkhütten. — Öffentliche Gesundheitspflege 1918, S. 44.

Strunk und Budde, Über ein Eiweißreagens zur Harnprüfung. — Veröffentl. a. d. Gebiete des Mil.-San.-Wesens, Heft 48, 1911, S. 49.

Vita, A., Über Fehlerquellen für Phosphor- und Zinkbestimmungen bei Verwendung von bestimmten Laboratoriumsgläsern. — Stahl und Eisen, Bd. 32, 1913, S. 1532 und Zeitschr. f. anal. Chem., Jahrg. 52, 1913, S. 577.

Weitzel, A., Vorläufige Mitteilung. — Zentralbl. f. Physiol., Bd. 28, 1914, S. 766 und Referat in Med. Klinik, 10. Jahrg., 1914, S. 1044. Vergl. auch Abderhalden, Lehrb. d. physiol. Chemie, Bd. 2, 1915, S. 747.

Zur Kenntnis des Vorkommens von Zink (und Kupfer) in den Ausscheidungen und Organen des Menschen und in unsern Lebensmitteln.

Von

Geh. Regierungsrat Prof. Dr. **E. Rost**, und Technischem Rat **A. Weitzel**,
Mitglied des Reichsgesundheitsamts, Ständigem Mitarbeiter im Reichsgesundheitsamt.

Vorkommen von Zink im Stuhlgang des Menschen.

Mit den von dem einen von uns (Weitzel[1])) beschriebenen Verfahren gelingt es einwandfrei, Zink in organischen Materialien quantitativ zu bestimmen und als Zinkoxyd zur Wägung zu bringen.

Als mit diesen Arbeitsweisen, bei denen das Eindringen selbst kleinster Mengen Zink aus den angewendeten Reagentien und den benutzten Analysengeräten in das Versuchsmaterial nach dem Ausfall der angestellten Versuche als ausgeschlossen betrachtet werden kann, an die Untersuchung der Ausscheidungen (Kot und Harn) von Arbeitern und Versuchspersonen herangetreten wurde, die in Messinggießereien das Gießen ausführten oder sich im Arbeitsraum aufhielten und dabei Gießdämpfe eingeatmet und verschluckt hatten, wurden etwa gleichgroße, bis 16,9 mg betragende Zinkmengen im Tagesstuhlgang gefunden, gleichgültig, ob die Versuchspersonen sich nur kurze Zeit im Gießraum aufgehalten oder mehreren Güssen beigewohnt hatten, ob die Arbeiter am Tage den ersten Guß ausführten oder schon stundenlang mit Gießen beschäftigt waren oder ob ein Gemisch mit hohem oder mit niedrigem Zinkgehalt gegossen wurde.

---

[1]) Arbeiten aus dem Reichsgesundheitsamt Bd. 51, 1919, S. 476. — In dieser Arbeit Weitzels finden sich alle Einzelheiten der Methodik wiedergegeben. Hier sei zum Verständnis der nachstehenden Tabellen daraus nur folgendes angeführt. Unter Verfahren I ist das Ferrocyankaliumverfahren, unter Verfahren II das kurze Verfahren verstanden, wobei das Zink in essigsaurer Lösung als Sulfid ausgefällt und unmittelbar durch Glühen in Zinkoxyd (Glührückstand) übergeführt wird. Bei dem anfänglich angewandten Verfahren I wurde das ausgefällte Ferrocyanzink nach Überführung in schwefelsaures Zink und Trennung von Kupfer und Eisen in essigsaurer Lösung als Schwefelzink gefällt, dieses in Salzsäure gelöst und durch Soda als Carbonat ausgefällt, das dann durch Glühen in Zinkoxyd (Glührückstand) übergeführt wurde. Mit a wird die Zerstörung des organischen Materials auf nassem Wege (z. B. des Harns) im Glaskolben, mit b die auf trocknem Wege in der Quarzschale bezeichnet. Wenn auch die Verwendung von Kolben aus zinkhaltigem Jenaer Glas unbedenklich ist, wurden doch vielfach solche aus zinkfreiem Glas (d. h. mit höchstens 0,02 % Zinkgehalt) benutzt.

Im übrigen ist die Literatur, auf die in der Abhandlung Bezug genommen wird, am Schluß derselben zusammengestellt.



War schon durch diese Feststellungen die von Arnstein ausgesprochene und die aus den einschlägigen Arbeiten der Fachliteratur abzuleitende Annahme wankend geworden, daß der Zinkgehalt in den Darmentleerungen von Personen, die sich während des Gießens von Messing in Gießräumen aufgehalten hatten, ausschließlich auf das aufgenommene Zink der Gießdämpfe zurückzuführen sei — von anderen Autoren als Arnstein, der den Kot auch nur qualitativ untersuchte, ist bisher der Stuhlgang von Gießarbeitern und entsprechenden Versuchspersonen überhaupt nicht auf Zink untersucht worden —, so wurde nachstehende Beobachtung[1]) der Anlaß zu planmäßigen Untersuchungen, die die Gewißheit erbrachten, daß unter den üblichen Lebensbedingungen hierzulande Zink zu den regelmäßigen Bestandteilen des menschlichen Kotes gehört. Personen, die an einem oder mehreren Güssen in Messinggießereien am gleichen Tage teilgenommen hatten, wiesen nämlich in ihren Darmentleerungen selbst bei neuntägiger Beobachtung, während welcher Zeit ein weiterer Aufenthalt in Gießräumen unterblieben war, nicht etwa eine von einem anfänglichen hohen Zinkgehalt allmählich bis zum Wert Null abfallende Menge Zink auf; vielmehr verminderte sich diese nicht wesentlich und betrug selbst nach 9 Tagen noch immer 11—12 mg Zink. Hierdurch wurde es immer mehr zweifelhaft, ob man berechtigt sei, aus dem Zinkgehalt des Kotes von Personen nach der Teilnahme an Messinggüssen auf eine Aufnahme von Zink in den Gießdämpfen zu schließen. Ließ sich hiergegen einwenden, daß auch an den auf die Versuchstage folgenden Tagen vielleicht Spuren Zink aus am Bart, an den Kleidern usw. haftenden Resten Zinkoxyd in den Mund und damit auch in die tieferen Teile des Verdauungskanals gelangt sein konnten, so ergaben schon die darauf bei drei beliebig ausgewählten Personen des Laboratoriums, die keine Gelegenheit hatten, Gießdämpfe aufzunehmen, und sich Zink nicht etwa in Form von Arzneimitteln zugeführt hatten, vorgenommenen Analysen des Kotes auf Zink, daß er dieses Metall enthielt und zwar in Mengen, die den angeführten Werten etwa gleichkamen.

Die Ermittelungen wurden sodann auf sechs Personen zu verschiedenen Zeiten während zweier Jahre ausgedehnt; im ganzen wurde der Kot 19mal von Einzeltagen, 3mal von 2 Tagen und 5mal von 3 Tagen analysiert; außerdem wurden die Kote von zwei Versuchspersonen von 10 und 6 Tagen gesammelt und gemischt der Untersuchung unterworfen[2]).

Die Kote wurden entweder in Form der lufttrockenen Substanz oder, wie dies in der Mehrzahl der Fälle geschah, im frischen Zustand — nach dem Entleeren in die zum Veraschen des Kotes benutzten Quarzschalen oder nach ihrer Überführung in diese — auf Zink untersucht und zwar in verschiedenen, teils einen Teil des Tageskotes, teils den ganzen Tageskot, teils mehrere Tageskote umfassenden Mengen.

[1]) Vergl. die spätere Abhandlung von E. Rost, Zur Kenntnis des Gießfiebers, mit besonderer Berücksichtigung der Ausscheidungsverhältnisse der aufgenommenen Metalle Zink und Kupfer. Diese Arbeiten Bd. 51, 1919, Heft 4.

[2]) Im Jahre 1919 wurden entsprechende Untersuchungen noch an 5 Personen vorgenommen; teilweise befanden sich diese unter dem Ernährungsregime eines Stoffwechselversuchs und genossen täglich 600—700 g Brot, 200 g Fleisch (Dosen-Konserve), 100 g Wurst (Dosen-Konserve), 68 g Butter und 60 g Schweizerkäse (s. u.).

Tabelle 1.

Zusammenstellung der im Tageskote von 6 Personen unter den üblichen Lebensbedingungen an verschiedenen Tagen in einem Zeitraum von zwei Jahren enthaltenen Mengen Zink.
(Ergänzt durch Untersuchungen im Jahre 1919.)

Versuchsperson	Kot vom	Sammelkote von	Sammelkote Menge feucht g	Sammelkote Menge lufttrocken g	Kotmenge von 1 Tag feucht g	Kotmenge von 1 Tag lufttrocken g	Zur Analyse verwendete Menge des Tageskotes feucht	Zur Analyse verwendete Menge des Tageskotes lufttrocken	Zink (Zn) in der angewendeten Menge Kot mg	Zink (Zn) im Tageskote mg	Angewandtes Bestimmungsverfahren sowie die bei d. nassen Oxydation verwend. Glassorte
W.	28. 4. 13	1 Tag	—	—	63,0	—	1/1	—	5,1	5,1	Ia (Jenaer Glas)
„	29. 4. 13	„	—	—	195,0	40,0	—	1/2	6,1	12,2	„ „
„	9. 2. 14	„	—	—	202,0	—	1/1	—	10,5	10,5	IIb
„	11. 2. 14	„	—	—	155,0	—	1/1	—	11,4	11,4	
„	5. 3. 14	„	—	—	172,0	—	1/1	—	9,8	9,8	
„	6. 3. 14	„	—	—	80,0	—	1/1	—	2,7	2,7	
„	9. 3. 14	„	—	—	136,0	—	1/1	—	4,2	4,2	
„	11. 3. 14	„	—	—	145,0	—	1/1	—	8,8	8,8	
„	12. 3. 14	„	—	—	185,0	—	1/1	—	7,7	7,7	
„	16. 3. 14	„	—	—	205,0	—	1/1	—	6,6	6,6	
„	17. 3. 14	„	—	—	220,0	—	1/1	—	5,9	5,9	
„	21. 4. 14	„	—	—	215,0	—	1/1	—	4,8	4,8	
„	15. 10.—17. 10. 14	3 Tagen	573,0	—	191,0	—	3/1	—	29,7	9,9	
						Mittelwert von 15 Tageskoten pro Tag				8,0	
A.	6. 5. 13	1 Tag	—	—	216,0	50,0	—	1/2	6,6	13,2	Ia (Jenaer Glas)
„	7. 11.—8. 11. 14	2 Tagen	210,0	54,0	105,0	27,0	—	2/3	5,0	7,5	Ib
„	15. 11.—16. 11. 13	2 Tagen	—	90,0	—	45,0	—	2/3 2/3	6,8 6,4	9,9	Ia (Jenaer Glas) Ia (Zinkfr. Glas)
„	13. 2.—14. 2. 14	2 Tagen	364,0	70,0	182,0	35,0	—	1/2 1/2	5,0 5,6	10,6	IIb
						Mittelwert von 7 Tageskoten pro Tag				9,9	
Wu.	20. 10.—22. 10. 14	3 Tagen	558,0	—	186,0	—	3/1	—	24,5	8,2	IIb
„	19. 1.—21. 1. 15	„	358,0	—	119,0	—	3/5	—	5,5	9,2	„
						Mittelwert von 3 Tageskoten pro Tag				8,7	
N.	16. 11.—18. 11. 14	3 Tagen	550,0	—	183,0	—	3/1	—	26,4	8,8	IIb
Sch.	16. 11.—18. 11. 14	3 Tagen	390,0	—	130,0	—	3/1	—	30,6	10,2	IIb
R.	2. 5. 14	1 Tag	—	—	32,0	—	1/1	—	2,9	2,9	
„	4. 5. 14	„	—	—	115,0	—	1/1	—	4,7	4,7	IIb
„	21. 12. 14	„	—	—	124,0	—	1/1	—	13,4	13,4	
„	29. 12. 14	„	—	—	188,0	—	1/1	—	18,9	18,9	
„	30. 12. 14	„	—	—	128,0	—	1/1	—	11,0	11,0	
„	31. 12. 14	„	—	—	46,0	—	1/1	—	5,2	5,2	
						Mittelwert von 6 Tageskoten pro Tag				9,3	
W. u. A.	11. 1.—20. 1. 14 11. 1.—16. 1. 14	10 Tag. 6 Tagen	—	480,0	—	30,0	—	2/3 2/3 1/3 1/3 2/3 3/1	6,7 6,9 3,4 3,6 7,0 32,1	10,0 10,4 10,2 10,8 10,5 10,7	Ia (Zinkfr. Glas) Ia (Jenaer Glas) IIb
						Mittelwert von 6 und 10 Tageskoten pro Tag				10,4	

Fortsetzung von Tabelle 1.

Versuchsperson	Kot vom	Sammelkote von	Sammelkote Menge feucht g	Sammelkote Menge lufttrocken g	Kotmenge von 1 Tag feucht g	Kotmenge von 1 Tag lufttrocken g	Zur Analyse verwendete Menge des Tageskotes feucht	Zur Analyse verwendete Menge des Tageskotes lufttrocken	Zink (Zn) in der angewendeten Menge Kot mg	Zink (Zn) im Tageskote mg	Angewandtes Bestimmungsverfahren sowie die bei d. nassen Oxydation verwend. Glassorte
					Außerdem aus dem Jahre 1919:						
Stoffwechselversuch R.	17. 2.—20. 2. 19	4 Tagen	925,0	258,4	231,0	64,5	—	$^1/_2$	5,45	10,9	IIb
„	21. 2.—24. 2. 19	4 Tagen	910,0	260,1	228,0	65,0	—	$^1/_2$	9,8	19,6	
„	25. 2.—27. 2. 19	3 Tagen	925,0	238,1	308,0	79,4	—	$^1/_2$	11,7	23,4	
F.	21. 2.—24. 2. 19	4 Tagen	1467,0	347,6	369,0	86,9	—	$^4/_{10}$	13,5	33,8	
Wu.	25. 2.—27. 2. 19	3 Tagen	1439,0	327,9	480,0	109,3	—	$^3/_{10}$	11,8	39,3	
W.	1. 5. 19	1 Tag	—	—	293,0	—	$^1/_1$	—	5,8	5,8	
„	11. 5. 19	1 Tag	—	—	225,0	—	$^1/_1$	—	6,6	6,6	
A.	3. 5. 19	1 Tag	—	—	230,0	—	$^1/_1$	—	7,2	7,2	

Wie aus der vorstehenden Tabelle hervorgeht, konnte ebenso wie bei den voraufgegangenen orientierenden Versuchen im Kot jedesmal Zink — und zwar in bestimmbaren Mengen — festgestellt werden.

Während in der vorläufigen Mitteilung[1]) des einen von uns (Weitzel 1) angegeben wurde, daß in 32tägiger Beobachtung an 3 Personen eine Tagesmenge Zink von 2,7 bis 12,8 mg im Stuhlgang ermittelt wurde, erbrachte die Ausdehnung der Versuche keine niedrigere Zahl als 2,7 mg, wohl aber Zahlen über 12,8 mg bis zu 18,9 mg. Der Durchschnitt betrug etwa 9 mg Zink täglich.

Der in den einzelnen 24stündigen Kotmengen der 6 Versuchspersonen ermittelte Zinkgehalt betrug bei W. während 15 Tagen zwischen 2,7 und 12,2 mg, im Mittel 8,0 mg, bei A. während 7 Tagen zwischen 7,5 und 13,2 mg, im Mittel 9,9 mg, bei R. während 6 Tagen zwischen 2,9 und 18,9 mg, im Mittel 9,3 mg, bei Wu., N. und Sch. an drei aufeinanderfolgenden Tagen im Mittel 8,7, 8,8 und 10,2 mg, in dem während 10 bezw. 6 Tagen gesammelten Mischkot von W. u. A. im Mittel 10,4 mg. Die in den 24stündigen Kotmengen der 6 Versuchspersonen ermittelten Durchschnittswerte für Zink schwankten demnach zwischen 8,0 und 10,4 g, wichen also bei den einzelnen Versuchspersonen nur bis 2,4 mg voneinander ab.

Die 1919 ausgeführten Versuche[2]) ergaben für W. und A. Werte, die denen von 1913—1915 etwa gleich waren. Überraschenderweise waren die Kote der im

[1]) Von den in dieser vorläufigen Mitteilung angegebenen Zinkwerten stimmen einige mit den in den Tabellen enthaltenen deswegen nicht genau überein, weil die Untersuchungen inzwischen weiter ausgedehnt worden sind, wodurch sich die Durchschnittswerte in einigen Fällen entsprechend geändert haben.

[2]) Diese und im folgenden angeführten nach mehrjähriger Unterbrechung wieder aufgenommenen Untersuchungen wurden unter Einhaltung aller gebotenen Vorsichtsmaßregeln vorgenommen: Verwendung von Reagentien aus größeren Vorräten, Vornahme von blinden Versuchen, Oxydation in Gefäßen aus zinkfreiem Glas, Vermeidung aller zinkabgebenden Gefäße und (Zerkleinerungs-)Apparate, Gummistopfen usw.

Stoffwechselversuch 11 Tage ernährten Personen zum Teil beträchtlich höher; bei R. steigen sie bis zu 23,4, bei F. bis 33,8 und bei Wu. sogar bis 39,3 mg Zink im Tageskot an. Dafür, daß mit der Versuchsnahrung besonders große Mengen Zink zugeführt worden wären, hat sich keine Unterlage finden lassen; die beträchtlichen Mengen dürften vielmehr auf die unverhältnismäßig hohen Kotmengen zurückzuführen sein. Auch in den Untersuchungen von 1913 bis 1915 gehören die höchsten Zinkzahlen zu den größten Kotmengen. Mit der Menge der Darmsekrete erhöht sich darnach die aus den Metalldepots des Körpers abgestoßene Menge Zink.

Die Zuverlässigkeit des Bestimmungsverfahrens ergibt sich — abgesehen von den in der früheren Abhandlung von Weitzel gegebenen Belegen — auch aus den Ergebnissen der Analysen, die an verschieden großen, einem und demselben Kotgemisch entnommenen Mengen vorgenommen wurden und gut übereinstimmende Ergebnisse lieferten.

Nach den in Tabelle 1 zusammengestellten Befunden muß damit gerechnet werden, daß der Stuhlgang der Menschen in jedem Fall, auch wenn sie nicht mit Gießdämpfen u. dergl. in Berührung gekommen sind und Zink in Arzneien nicht angewendet haben, Zink enthält. Naturgemäß haben die bisher ermittelten Niedrigst- und Höchstwerte sowie die daraus berechneten Mittelwerte nur begrenzte Gültigkeit; an anderen Orten und unter anderen Lebensbedingungen angestellte Untersuchungen werden zeigen müssen, ob diese Werte unter- oder überschritten werden können.

Das Vorkommen von Zink im Harn des Menschen.

Bei der Ausdehnung der Versuche auf den Harn zeigte sich, wie aus der Tabelle 2 hervorgeht, daß die Frage, ob auch dieses Ausscheidungsprodukt zinkhaltig ist, nur beantwortet werden kann, wenn der Tagesharn oder Mengen von mindestens 1200 bis 1500 ccm untersucht werden; bei Verarbeitung von nur 500 ccm Harn konnte in den geringen Glührückständen Zink durch die sehr empfindlichen Identitätsproben auch nicht qualitativ nachgewiesen werden. Wurden jedoch von derselben Person 1200 ccm der Analyse unterworfen, so konnte Zink nachgewiesen und der Menge nach bestimmt werden. Im ganzen hat sich gezeigt, daß die von 5 Personen stammenden 6 Harnproben (1200—1500 ccm) dreimal kein Zink in bestimmbarer Menge enthielten, wohl aber ließ der Ausfall der Identitätsproben auf Zinkspuren schließen. Dagegen wurden in drei Fällen Glührückstände im Gewicht von 1,1—2,0 mg erhalten, die nach dem Ausfall der angewendeten Identitätsproben aus Zinkoxyd[1]) bestanden, desgleichen für zwei weitere Personen.

Sind die genannten Mengen Zink auch sehr gering, so lehren sie doch, daß unter den herrschenden Lebensbedingungen ohne bewußte Aufnahme von Zink in irgendwelcher Form solche Mengen des Metalls im Harn vorkommen können, wie sie in der Fach-

[1]) Aus Harnproben stammendes, in Form von Zinkoxyd isoliertes Zink wurde zu Demonstrationszwecken aufgehoben.

Tabelle 2.

Zusammenstellung der im Harn von 5 Personen unter den üblichen Lebensbedingungen enthaltenen Mengen **Zink**. (Ergänzt durch Untersuchungen im Jahre 1919.)

Versuchsperson	Zur Analyse verwendete Menge Harn ccm	Menge des erhaltenen Glührückstandes mg	Daraus berechnete Menge Zink (Zn) mg	Ausfall der Prüfung d. Glührückstandes auf Zink durch die Identitätsproben			Angewendetes Bestimmungsverfahren	Harn oxydiert in Kolben aus
				Glühprobe	Ferrozyankaliumprobe	Kobaltprobe (Rinmannsches Grün)		
R.	1400 (Tagesharn)	0,4	—	negativ	nicht deutlich	—	Ia	Jenaer Glas
A.	1500 (Sammelharn)	0,6	—	negativ	nicht deutlich	—	Ia	Jenaer Glas
N.	1375 (Tagesharn)	0,4	—	negativ	nicht deutlich	—	Ia	Jenaer Glas
W.	500 (Sammelharn)	0,3	—	negativ	negativ	negativ	IIa	Zinkfreiem Glas
„	500 (Sammelharn)	0,3	—	negativ	negativ	negativ	IIb	—
„	1200 (Tagesharn)	1,1	0,9	positiv	positiv	positiv	IIb	—
Br.	1500 (Sammelharn)	2,0	1,6	positiv	positiv	positiv	Ia	Jenaer Glas
„	1500 (Sammelharn)	1,4	1,1	positiv	positiv	positiv	Ia	Jenaer Glas
Außerdem aus dem Jahre 1919:								
R.	2460 (Tagesharn)	1,4	1,1	positiv	positiv	positiv	IIa	Zinkfreiem Glas
A.	1860 (Tagesharn)	0,8	0,6	positiv	positiv	positiv	IIa	Zinkfreiem Glas

literatur nach der Aufnahme von Gießdämpfen (K. B. Lehmann[1]), Sigel[1]) und Arnstein[2])) oder von Zinkdämpfen in Zinkhütten (Seiffert) ausschließlich auf diese Metallzufuhr bezogen worden sind.

Nach diesen Feststellungen darf also — ohne besondere Sicherungen — auch vom Harn der Menschen nicht angenommen werden, daß er zinkfrei ist. Bei

[1]) Allerdings nach Vornahme gewisser Kontrollversuche. Sigel hatte an gießfreien Tagen den Harn (Menge nicht angegeben) zinkfrei gefunden und Lehmann konnte ohne Zinkaufnahme in 250 ccm Harn kein Zink nachweisen; in solchen Mengen Harn würde es auch nach unserer Arbeitsweise nicht gelingen, die normalerweise im Tagesharn unter Umständen von uns ermittelten sehr geringen Zinkmengen zu bestimmen.

[2]) A. konnte nur einmal im Harn (1050 ccm) Zink in Spuren nachweisen, sonst nicht einmal im dreitägigen Harn. Die Personen hatten an 1—3 Messinggüssen von je etwa 5 Minuten Dauer teilgenommen und mit etwa 30 l Luft im ganzen bei jedem Guß etwa 7 mg Zinkoxyd aufgenommen.

den Personen, die bestimmbare Mengen Zink im Kot aufwiesen, scheint auch der Harn Zink, wenn auch nur in Spuren, zu enthalten; diese Mengen können bisweilen — insbesondere bei Verarbeitung größerer Mengen Harn — ziffernmäßig bestimmbar sein. Für die Untersuchung empfiehlt es sich, möglichst große Harnmengen, $1^1/_2$ l oder mehr, zur Zinkbestimmung zu verwenden.

Dieses im menschlichen Kot und Harn gefundene Zink kann letzten Endes lediglich im Zinkgehalt der Nahrungsmittel oder Speisen einschließlich der Getränke seine Quelle haben.

Das Vorkommen von Zink in Organen und Geweben des Menschen.

Der anscheinend regelmäßige Gehalt der Ausscheidungsprodukte, Kot und Harn des Menschen, zum mindesten der Darmentleerungen, an Zink würde — zufolge der Gesetzmäßigkeiten, die für die Aufsaugung, Deponierung und Ausscheidung der Metalle Kupfer, Zink usw. gelten — als unerläßliche Voraussetzung fordern, daß der menschliche Organismus in gewissen Organen und Geweben, insbesondere in der Leber, Zink enthält und daß es aus diesen Depots beständig abgegeben wird. Denn, daß etwa das Zink des Kotes dem tagsüber mit der Nahrung eingeführten Zink entstamme, ohne in den Organismus übergetreten zu sein, kann als ausgeschlossen gelten[1]). Die nicht unbeträchtlichen Mengen Zink im Kot deuten darauf hin, daß nicht nur zur Zeit, als die Untersuchungen ausgeführt wurden, regelmäßig Zink in den Körper übergetreten ist, sondern daß dieser beständig Gelegenheit gehabt hat, sich dieses Metall — wenn auch im Einzelfall meist nur in geringfügigen Mengen — zuzuführen (vergl. auch die Fußnote).

Aus der Fachliteratur ist auch bereits bekannt, daß in Organen und Geweben des Menschen Zink in zum Teil nicht unbeträchtlichen Mengen aufgefunden worden ist (siehe auch die später abgedruckte Tabelle 5).

Zuerst haben wohl Raoult und Breton sowie Lechartier und Bellamy entsprechende Untersuchungen angestellt und zwar — Raoult und Breton hatten diese für ein forensisches Gutachten 1874 ausgeführt — unter weitgehender Berücksichtigung der Fehlerquellen[2]). Später haben dann Zink in Leichenteilen Fleck, Kupfer in den Organen insbesondere K. B. Lehmann sowie Zink und Kupfer in der Leber v. Itallie und v. Eck quantitativ ermittelt.

Uns standen als Untersuchungsmaterial Teile von vier Leichen zur Verfügung. Leber, Gehirn und Muskelstücke zweier Männer und einer Frau

[1]) In besonderen Fällen, wie bei den nach Koberts Angaben (Lehrbuch der Intoxikationen, 1906, S. 398) aus den Zinkhütten Oberschlesiens nach einer Heilstätte in Görbersdorf geschickten Tuberkulösen, war das selbst noch nach 3 Monaten „ausgeschiedene" Zink (alle nähere Angaben über die Art der Ausscheidungsprodukte, die gefundenen Mengen und die angewandten Nachweisverfahren fehlen) weit früher, nämlich in den Zinkhütten, aufgenommen. Vergl. auch den Versuch Jacobjs auf S. 509.

[2]) Sie prüften, ob Zink und Kupfer aus den angewendeten Reagentien, den Apparaten, Bunsenbrennern, Gummistopfen usw. herrühren könnten, stellten sich ein destilliertes Wasser her, das selbst bei Verarbeitung von 12 l kein Zink nachweisbar enthielt, verwendeten durchweg Reagentien der gleichen Vorräte und arbeiteten in einem besonderen Raum, wo weder mit Zink und Kupfer, noch mit deren Verbindungen sonst gearbeitet wurde.



waren dem Gesundheitsamt vom Pathologischen Institut der Universität Berlin überlassen worden; auch Eingeweideteile einer vierten Leiche eines Soldaten, die zur anderweitigen Untersuchung eingesandt worden waren, konnten mit zur Untersuchung herangezogen werden. Jede Berührung der fachmännisch entnommenen und in Glasgefäßen transportierten Leichenteile mit Zink war sorgsamst vermieden worden. Die Analysen, deren Ergebnisse in Tabelle 3 zusammengestellt sind, wurden, wenn das Material es zuließ, doppelt, drei- oder vierfach ausgeführt und, wenn möglich, mit

Tabelle 3.

Zusammenstellung der in Organen und Geweben von Menschen unter den üblichen Lebensbedingungen gefundenen Mengen **Zink**.

Bezeichnung der untersuchten Substanz	Angewendete Menge frische Substanz g	Zink (Zn) gefunden in der angew. Menge Substanz mg	Zink (Zn) berechnet auf 1 kg Substanz mg	Angewendetes Nachweisverfahren
Leber eines Mannes (A) — 1415 g —	40,0	6,0	150,0	IIb
	40,0	5,7	142,5	IIb
	200,0	29,5	147,5	IIb
	200,0	28,4	142,0	IIb
		Im Mittel:	145,5	
Leber eines Mannes (B) — 1310 g —	100,0	5,3	53,0	IIb
	100,0	5,1	51,0	IIb
		Im Mittel:	52,0	
Muskeln eines Mannes (A) — 560 g —	140,0	7,5	53,6	IIb
	140,0	6,9	49,3	IIb
		Im Mittel:	51,5	
Muskeln eines Mannes (B) — 220 g —	70,0	3,3	47,1	IIb
	70,0	3,3	47,1	IIb
		Im Mittel:	47,1	
Gehirn eines Mannes (B) — 1235 g	420,0	4,3	10,2	IIa
	200,0	2,1	10,5	IIb
	200,0	2,2	11,0	IIb
		Im Mittel:	10,6	
Gehirn einer Frau (C) — 1250 g —	200,0	2,6	13,0	IIb
	200,0	2,4	12,0	IIb
		Im Mittel:	12,5	
Teile einer Soldatenleiche:				
Magen, Zwölffingerdarm, Bauchspeicheldrüse und Teile des Gekröses	735,0	5,3	7,2	IIb
Teile des Dickdarms	173,0	1,3	7,5	IIb

verschieden großen Mengen, aus denen der Wert auf 1 kg errechnet wurde. Mit einer einzigen Ausnahme wurde trocken verascht und das Zink nach dem kurzen Verfahren (II) ermittelt. Nicht nur die Parallelbestimmungen, sondern auch die Analysen aus verschieden großem Ausgangsmaterial stimmten gut untereinander überein.

Sämtliche untersuchten Organe und Gewebe enthielten Zink in bestimmbaren Mengen, das als reinweißes Zinkoxyd gewonnen wurde.

Die höchsten Werte wurden in der Leber des einen Mannes aufgefunden (in 1 kg: 145,5 mg, Mittel aus 4 Analysen bei Verarbeitung von 40—200 g); die Leber der anderen männlichen Leiche wies dagegen nur etwa den dritten Teil dieser Zinkmenge auf (52 mg). Eine solche Ungleichheit des Zinkgehalts hat sich auch bei der Leber unserer Schlachttiere (Rind) gezeigt (vergl. Tabelle 5). Beträchtlich war auch der Gehalt der Skelettmuskulatur[1]) der beiden männlichen Leichen an Zink (47 bis 51 mg); bei der großen Masse der Muskulatur im menschlichen Körper ein bemerkenswerter und für die Verhältnisse der Ausscheidung des Zinks aus den Depots in den Darm und damit in dessen nach außen zur Entleerung gelangenden Inhalt wichtiger Faktor.

Somit sind für die festgestellten Zinkmengen im Kot und vielfach im Harn des Menschen als Quellen die Zinkdepots in der Leber und in den Muskeln wahrscheinlich gemacht worden; sie werden offenbar seit frühester Jugend und noch jetzt beständig mit Zink gespeist. Nach den Untersuchungen v. Itallies und v. Ecks findet eine Ablagerung von Zink schon durch das plazentare Blut in der Leber von menschlichen Föten statt; die Leber eines leblos geborenen und eines nur einige Stunden alt gewordenen Kindes enthielten 73,9 und 52,2 mg Zink, bezogen auf 1 kg Organ (Tabelle 5).

Das Vorkommen von Zink in Organen und Geweben von Tieren, insbesondere in der Leber.

Im Anschluß an die vorangegangenen Untersuchungen wurden auch Organe und Gewebe von Tieren untersucht, bei denen es uns möglich war, das Analysenmaterial unter Beobachtung der notwendigen Vorsichtsmaßregeln zu entnehmen. Vom Fleisch wurden große (bis zu 1500 g schwere) fettfreie Muskelstücke und von der Leber Mengen bis zu 1000 g entnommen; ein Teil davon wurde zu lufttrockener Substanz verarbeitet und für etwa notwendig werdende Kontrollanalysen zurückgestellt. Zu den Analysen kamen in Form von frischer Substanz zur Verwendung von Pferd und Rind 100 g Muskel und Leber, 150 g Gehirn, 200 g Milz, 200—300 g Herz und 200 bis 400 g Lunge; für die übrigen Analysen (Hund und Hase) mußten zum Teil aus Materialmangel geringere Mengen verwendet werden. Im Jahre 1919 war es noch möglich, die Leber eines mehr als 5 Jahre lang in den Versuchsstallungen des Gesundheitsamtes als Serumtier gehaltenen Pferdes zu entnehmen und auf Zink zu untersuchen.

---

[1]) Matzkewitsch fand in den Organen von Hunden, denen er Zinkacetat subkutan eingespritzt hatte, das Zink zu 60% in den Muskeln wieder (siehe Tabelle 6).



Tabelle 4.

Zusammenstellung der in Organen und Geweben dreier Haustiere (Pferd, Rind, Hund) und eines Feldhasen gefundenen Mengen **Zink.**

Bezeichnung der untersuchten Substanz	Angewendete Menge frische Substanz g	Zink (Zn) A. In der Analysenprobe ermittelt mg	Zink (Zn) B. In 1 kg (berechnet aus A.) mg	Angew. Bestimmungsverfahren
1. Organe usw. vom Pferd				
Leber Probe I . .	100,0	33,3	333,0	II b
	100,0	33,8	338,0	„
	100,0	34,6	346,0	„
		Im Mittel:	339,0	
Probe II (1919) . .	100,0	6,9	69,0	II b
	100,0	7,2	72,0	„
		Im Mittel:	70,5	
Muskeln Probe I . .	100,0	3,2	32,0	II b
	100,0	2,8	28,0	„
	100,0	2,9	29,0	„
	100,0	2,7	27,0	„
		Im Mittel:	29,0	
Lunge Probe I . .	200,0	2,4	12,0	II b
	200,0	2,1	10,5	„
	400,0	4,2	10,5	II a
		Im Mittel:	11,0	
Herz Probe I . . .	200,0	3,1	15,5	II b
	200,0	3,1	15,5	„
	300,0	4,9	16,3	II a
		Im Mittel:	15,8	
2. Organe usw. vom Rind				
Leber	100,0	5,2	52,0	II b
	100,0	4,8	48,0	„
		Im Mittel:	50,0	
Muskeln	(27,2 Trockensubstanz (= 100 g frisch)	3,4	34,0	II b
		3,5	35,0	„
		Im Mittel:	34,5	
Milz	200,0	2,6	13,0	II b
	200,0	2,8	14,0	„
		Im Mittel:	13,5	
Hirn	150,0	1,3	8,6	II b
	150,0	1,4	9,3	„
		Im Mittel:	9,0	

Fortsetzung von Tabelle 4.

Bezeichnung der untersuchten Substanz	Angewendete Menge frische Substanz g	Zink (Zn) A. In der Analysenprobe ermittelt mg	Zink (Zn) B. In 1 kg (berechnet aus A.) mg	Angew. Bestimmungsverfahren
3. Organe usw. vom Hund				
Leber	100,0	4,2	42,0	IIb
	100,0	4,3	43,0	"
		Im Mittel:	42,5	
Muskeln	80,0	3,7	46,2	IIb
	80,0	3,2	40,0	
		Im Mittel:	43,1	
Lunge (das ganze Organ)	156,0	1,6	10,3	IIb
Herz (das ganze Organ)	75,0	(0,3)	(4,0)	IIb
Gehirn (das ganze Organ)	65,0	0,4	6,1	IIb
4. Organe usw. vom Hasen				
Leber (das ganze Organ)	88,0	1,7	19,3	IIb
Lunge	55,0	1,3	10,6	IIb
Herz	45,0			
Nieren (die ganzen Organe)	22,0			
Magen und Darm mit Inhalt	460,0	1,8	(3,9)	IIb

Wiederum konnte — wie vorstehende Tabelle 4 zeigt — in allen Fällen Zink nachgewiesen, als solches identifiziert und seiner Menge nach bestimmt werden. Selbst der aus 65 g Hundehirn erhaltene Glührückstand von 0,4 mg ließ sich durch die angegebenen Reaktionen als Zinkoxyd erweisen; nur der aus dem Herzen des Hundes (75 g) erhaltene Glührückstand (0,3 mg) konnte nicht sicher als Zinkoxyd charakterisiert werden.

Die bei weitem größte Menge Zink wurde in der Leber des Pferdes I ermittelt; sie enthielt nach dem Mittel dreier Analysen (333, 338 und 346 mg) **339 mg** Zn in 1 kg Organ. In der Muskulatur wurden dagegen nur 29 mg (Mittel aus 4 Analysen) gefunden.

Auch beim Rind wies die Leber die höchsten Werte (50 mg) auf, sein Fleisch enthielt 34,5 mg, eine Menge, die bei einem später beschriebenen Fall eine ebenfalls dem Handel entnommene Rindsleber (35,5 mg in 1 kg) aufwies.

Bei dem Hund, der in den Versuchsstallungen gehalten worden war, waren die Zinkgehalte der Leber und der quergestreiften Muskulatur etwa gleich (42—43 mg).

Die niedrigsten Zinkgehalte in der Leber wurden bei dem Feldhasen (19,3 mg) gefunden; Material zur Ermittelung des Zinkgehalts im Fleisch dieses in Freiheit lebenden Tieres stand nicht zur Verfügung.

Wenn man aus den Analysenwerten für ein Rinder- und ein Hundehirn verallgemeinern will, vermag auch dieses lipoidreiche Organ kleine, aber doch bestimmbare Mengen Zink zu speichern. Dieser Schluß ist wohl um so eher zulässig, als auch im Gehirn von Menschen (10,6—12,5 mg, s. Tabelle 3) und im Hirn eines Schweines (6,0 mg, s. Tabelle 8) Zink in bestimmbarer Menge nachgewiesen worden ist und Lehmann im Hirn (64 g) seines 11 Monate lang mit Zinksalzen gefütterten Hundes 2,0 mg gefunden hat.

Mit Rücksicht darauf, daß die Leber, als Depot für Schwermetalle, den höchsten Zinkgehalt aufweist und daß diesem Gegenstand von v. Itallie und v. Eck[1]) eine eigene Arbeit gewidmet worden ist, seien in der folgenden Tabelle die von uns erhobenen Befunde zusammengestellt und mit den einschlägigen Angaben der Fachliteratur verglichen (vergl. Tabelle 5, Seite 506).

Wie aus dieser Zusammenstellung hervorgeht, ist bisher eine Leber weder von Menschen noch von Tieren untersucht worden, die nicht Zink in bestimmbarer Menge und außerdem Kupfer (s. später) enthalten hätte. Allerdings zeigen die Zinkwerte bei verschiedenen Menschen und selbst bei Tieren derselben Art recht große Unterschiede; die von uns gefundenen niedrigsten und höchsten Werte betragen 19,3 (Feldhase) und 339 mg Zink (Pferd) pro 1 kg Organ. Die Angaben der Fachliteratur sind zum Teil um ein weniges niedriger als unsere; sie erreichen niemals den Wert von 100 mg.

Es seien hier auch die nicht mit in die Tabelle aufgenommenen Befunde Flecks mit herangezogen, obwohl sie aus Untersuchungen stammen, bei denen die Leber und andere Organe gemischt zu forensischen Analysen eingeschickt waren, und nicht angegeben ist, ob die vollständigen Organe vorlagen und obwohl in dem einen Fall in den letzten Tagen vor dem Tod Zinkoxyd als Arzneimittel genommen worden war; Fleck kam es nur darauf an, nachzuweisen, daß Leichenteile nicht als zinkfrei angenommen werden dürfen. Er stellte in Leber, Nieren und Milz eines Erwachsenen einmal 21,5 mg Zinkoxyd neben 16 mg Kupferoxyd, sodann in Leber, Nieren, Milz und Magen eines Kindes 11,2 mg Zinkoxyd und 2,5 mg Kupferoxyd fest und fand endlich in eingesandten Leichenteilen 81 mg Zinkoxyd (hier war allerdings Zinkoxyd als Arzneimittel genommen worden)[2]).

Zu weitgehenden Schlüssen, ob die Zink- und Kupfermengen in der Leber mit

---

[1]) v. Itallie und v. Eck, die die organische Substanz zur Vermeidung der Verunreinigung des Untersuchungsmaterials in Retorten zerstörten, verwandten dazu solche aus Jenaer Glas; sie geben aber nicht an, ob das verwendete Glas zinkfrei war bezw. kein Zink abgab; auch erwähnen sie nicht, ob in den angestellten blinden Versuchen nachgewiesen wurde, daß die Reagentien nicht nur von Kupfer und Arsen, sondern auch von Zink frei waren.

[2]) Fleck gibt ausdrücklich an, daß bei seinen forensisch-chemischen Arbeiten fast immer Zink in wägbarer Menge beobachtet wurde und zwar durch analytische Operationen, die — bei Prüfung der benutzten Chemikalien, insbesondere der Säuren, auf Reinheit — „unzweifelhaft sichere Resultate“ lieferten.



Tabelle 5.

Gehalt an Zink und Kupfer in Lebern verschiedener Herkunft.

(Milligramme, berechnet auf 1 kg.)

Eigene Untersuchungen			Angaben der Literatur			
Leber	Zink Zn	Kupfer Cu		Zink Zn	Kupfer Cu	Autor
1. eines Pferdes	339	16				
2. des Menschen			Kind, leblos geboren	73,9	26,1	v. Itallie u. v. Eck
Mann A. (1415 g)	145,5	12	„ , einige Std. alt	52,2	30,0	
Mann B. (1310 g)	52	10	„ , 5 Wochen „	55,7	8,0	
			„ , 3 Monate „	55,0	18,9	
			„ , 3½ Jahre „	67,8	10,6	
			18 Erwachsene, m. u. w. Geschlechts, im Alter von 21—86 Jahren	17,7—86,8 Mittel 55	3,2—17,7 Mittel 10,3	
			Mensch	mehr als 20 ZnO in 780 g Leber	—	Lechartier und Bellamy
			„	10, 30, 34, 76	3, 7, 10, 15	Raoult und Breton
			„	—	2,5—5,0	K. B. Lehmann (1)
			„	—	6—60	„ „ (6)
3. des Rindes A.	83,3	—	Rind	—	22,5—51,5	„ „ (1)
B.	59,4	—				
C.	57	57				
D.	50	24				
E.	35,5	119				
4. des Kalbes	24,5	—	Milchkalb	81,1	13,0	v. Itallie u. v. Eck
			Kalb		bis 48,0	K. B. Lehmann (1)
			Kalb (1050 g)	30 (ZnO)	—	Lechartier und Bellamy
5. des Hundes	42,5	24				
6. des Feldhasen	19,3	—				
			7. des Hammels	—	18,0	K. B. Lehmann (1)
			Hammelfötus	—	7,5	„ „ (1)
			8. der Katze	72,5	3,9	„ „ (3)

der Dauer der Lebenszeit zunehmen, nach dem Geschlecht und nach den Ländern usw.[1]) verschieden sind, reicht das bisherige Material noch beiweitem nicht aus. Soviel läßt sich aber aus dem Ergebnis aller Untersuchungen seit 1874 aus Deutschland, Holland und Frankreich ableiten, daß Zink zwar keinen normalen, d. h. für das Leben notwendigen Bestandteil des menschlichen Körpers darstellt, aber doch als ein **regelmäßiger Bestandteil in Organen und Geweben** des Menschen angenommen werden darf und **regelmäßig im Kot und auch im Harn** vorkommt. Ein solches

[1]) Raoult und Breton machten auch schon auf den Einfluß der Art der Ernährung und der Beschaffenheit der Gefäße und Gerätschaften, mit denen die Speisen und Getränke in Berührung kommen, aufmerksam.

unter den gegenwärtigen Lebensbedingungen ständiges Vorkommen läßt das Zink nicht mehr als „zufälligen“ Bestandteil erscheinen. Schon Lechartier und Bellamy schlossen aus ihren Untersuchungen der Leber, daß sich auch im übrigen Organismus Zink befinde, was von großer Bedeutung für forensische Analysen sei, und Raoult und Breton nennen das Vorkommen von Zink (ebenso wie Kupfer) im menschlichen Organismus normal. Auch Fleck macht darauf aufmerksam, daß, nachdem auch von ihm in Leichenteilen fast immer Zink in wägbaren Mengen aufgefunden wurde, diese Befunde für das Urteil des gerichtlichen Chemikers von nicht geringer Bedeutung sind und stets in Betracht gezogen zu werden verdienen. Ebenso gibt Soltsien an, bei Leichenuntersuchungen ziemlich häufig gerade Zink in Spuren gefunden zu haben [1]).

Diese ständig zur Aufsaugung, Ablagerung [2]) und Wiederabstoßung mit darauffolgender Ausscheidung aus dem Körper (mit dem Kot und dem Harn) gelangenden Mengen Zink sind, soweit Beobachtungen hierüber vorliegen, ohne gesundheitliche Benachteiligung des Menschen.

Der Verbleib des in den Körper eingeführten Zinks.

Zum besseren Verständnis des verschieden hohen Zinkgehalts der Organe des Menschen und der Tiere seien hier die Ergebnisse der in der Fachliteratur veröffentlichten Untersuchungen besprochen, die an Tieren angestellt worden sind, um die Verteilung des eingeführten Zinks auf einzelne Organe festzustellen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 (S. 508) zusammengestellt; außerdem sei ein Versuch (Tab. 7) angeführt, mit dem der Verbleib des in einem Lebensmittel aufgenommenen Zinks im Organismus des Menschen verfolgt werden sollte.

Bei den von Brandl und Scherpe mit Zink (äpfelsaurem Zink) gefütterten Hunden konnten in deren Lebern je nach der Menge des in den kurzdauernden Versuchen eingeführten Metalls Spuren, 10 oder 48,5 mg Zink (auf das ganze Organ bezogen) ermittelt werden. Von diesen Befunden ist der eine nach der Verabreichung der kleinsten Gesamtmenge (siehe Tabelle 6) insofern überraschend, als nur Spuren in der 223 g schweren Leber gefunden worden sind [3]); nicht bestimmbare kleine Mengen Zink sind bisher bei keiner Untersuchung, selbst dann nicht, wenn eine Zinkzuführung überhaupt nicht stattfand, aufgefunden worden. Die festgestellte Höchstmenge von 48,5 mg Zink bei einer Gesamtzufuhr von 4,5 g Zink übersteigt nur unbeträchtlich die von uns in der Leber eines nicht mit Zinksalzen gefütterten Hundes gefundene

[1]) Die Angabe v. Itallies und v. Ecks, daß die neuere toxikologische Literatur das Vorkommen von Zink in Leichenteilen nicht erwähne, trifft nicht zu. In dem Lehrbuch Falcks (1880) werden die Befunde der genannten französischen Forscher im einzelnen mit der Bemerkung wiedergegeben, daß sie bei gerichtlichen Untersuchungen jedenfalls zu berücksichtigen seien. Desgleichen erwähnen Kunkel (1899), Kionka (1901) und Kobert (1906), entgegen der Behauptung v. Itallies und v. Ecks, diese Tatsache ausdrücklich.

[2]) Hans Meyer und Gottlieb führen an, daß verfüttertes Zink langsam aufgenommen und „in allen Organen“ gespeichert wird. (Die experim. Pharmakologie, 3. Aufl. 1914, S. 175.)

[3]) Möglicherweise sind für dieses Ergebnis doch die damals noch bestehenden Schwierigkeiten des komplizierten Analysengangs verantwortlich zu machen; die Autoren geben selbst an, daß für die Analysenwerte zu berücksichtigen sei, daß das Zink sich viel schwieriger auffinden lasse als das Kupfer.



Tabelle 6.

Zusammenstellung von Versuchen der Fachliteratur zur Bestimmung der Verteilung und Ausscheidung von Zink bei Tieren nach Einführung von Zink in den Organismus.

	3 Kaninchen	Kurzdauernde Versuche mit Einführung in den Magen			11 Monate langer Versuch mit Einf. i. d. Magen	Versuch mit intravenöser Einführung	Versuche mit subcutaner Einführung
		Hunde					
	eingeführt insgesamt 0,44 und 0,92 g Zink	eingeführt insgesamt 0,429 g täglich 0,03 g Zink	eingeführt insgesamt 0,995 g täglich 0,065 bis 0,09 g Zink	eingeführt insgesamt 4,5 g Zink	eingeführt insgesamt 155,6 g täglich durchschn. 0,464 g	eingeführt insgesamt 0,300 g	eingeführt Zinkacetat
	mg Zn	mg Zn	mg Zn	mg Zn	mg Zn	mg Zn	% Zinkoxyd
Leber (66 g)	3,4	(223,5) Spuren	(168) 10	(183) 48,5	(im Organ) 22,5 (97 in 1 kg)	25,2	Leber 1,75
Leber (100,5 g)	18,0						Magen u. Darm 1,32
Leber (63,5 g)	Spuren						Nieren u. Harnblase 1,07
Nieren der 3 Tiere	„	(33,6) Spuren	(38,9) 2,5	(34) 6,4	(1 Stück) 3,0	1,2	Lunge u. Herz 1,68
Milz	—	(12,6) nicht nachweisbar	(19,8) Spuren	(23,4) 1,6	1,6	Spuren	Muskeln 60,50
Muskeln	—	—	—	(94) Spuren	193,2		Knochen 35,49
Knochen	—	—	—	(36,3) nicht nachweisbar	40		Haut 3,70
							Applik.-Stelle 2,19
Galle	—	(12,5) nicht nachweisbar	(5,8) 2	—	1,4		Hirn 1,02
							108,71%
Hirn	—	—	—	—	2,0		Matzkewitsch
Blut	—	—	—	—	25	3,6	
	Ohlmüller bei Brandl und Scherpe	eingef. . 0,420 im Kot . 0,419 Differenz 0,001 Der an 4 Tagen untersuchte Harn enthielt niemals Zink	eingef. . 0,995 im Kot . 0,967 Differenz 0,028 Harn nach den ersten 4 Tagen zinkhaltig	zusammen etwas mehr als 1% der eingeführten Menge	im Harn täglich etwa 4—6 Lehmann (2)	im gesamten gesammelten Harn Spuren, in den Koten 212,7 Jacobj	
		Brandl und Scherpe					

Menge von 42,5 mg. Die Muskeln enthielten nur Spuren (siehe Tabelle 5). K. B. Lehmann (2) konnte in den Organen des von ihm während 335 Tagen mit 155,6 g Zink (täglich durchschnittlich 464 mg = 44 mg auf 1 kg) gefütterten Hundes beträchtliche Mengen Zink in den Organen nachweisen, so in der Leber 22,5 mg (97 mg auf 1 kg), in den Muskeln 193,2 mg, in den Nieren 3,0 mg, in der Milz 1,6 und in der Galle 1,4 mg. Der Harn enthielt täglich etwa 4—6 mg. Die Dauer des Versuchs hat anscheinend keinen Einfluß auf den Zinkgehalt der Leber gehabt, wohl aber auf den der Muskeln.

Lediglich, ob Zinksalze nach Verfütterung an Hunde in den Harn übergehen, prüften Strunk und Budde[1]): Bei den Tieren war Zink schon am ersten Tag nach der Zufuhr von 0,044 g Zink in Form von Zinkcarbonat qualitativ im Harn nachweisbar; erst am 4. Tag aber konnte die Menge des Metalls ermittelt werden, sie betrug bei dem einen Hund 0,8—1,8 mg, bei dem anderen, der größere Mengen, nämlich täglich 3 mal 0,1 g valeriansaures Zink, erhalten hatte, 1,4—2,6 mg. Ein Kaninchen, das weit größere Mengen Zink (9,5 mg Zinklaktat täglich in 19 Tagen) vertrug, hatte nur so geringe Mengen Zink im Harn, daß sie erst gegen Ende des Versuchs — aber auch nur qualitativ — darin nachgewiesen werden konnten. Jacobj, der die Ausscheidungsverhältnisse bei einem Hunde[2]) untersuchte, dem 300 mg Zink in Form einer Eiweiß nicht fällenden Lösung nach und nach in das Blut eingespritzt wurden, konnte in der Leber 25,2 mg Zink nachweisen, in 23 Koten insgesamt 212,7 mg (= 70,9%). Auch hier dauerte die Ausscheidung in den Darm und die Abfuhr mit dem Kote noch 14 Tage nach der letzten Zinkzuführung an und betrug sogar im Tagesdurchschnitt zuletzt noch 12,1 mg gegenüber 4,2 mg im Anfang. Im Harn wurde niemals Zink ermittelt.

Als Vogt und Burckhardt einer geschorenen Katze Zinkoxyd in Schweinefett in das Fell einrieben, konnten im Kot kleine Zinkmengen nachgewiesen werden.

Um festzustellen, wie das mit Nahrungsmitteln aufgenommene Zink sich im Darm verhält, in welchem Umfang es resorbiert wird, zur Aufspeicherung gelangt und in den Harn übertritt, wurde von drei Personen (die Verfasser und Diener A), deren Ausscheidungen schon wiederholt auf ihren Zinkgehalt untersucht worden waren, eine möglichst große Menge Rindsleber auf einmal gegessen. Während der nächsten drei Tage wurde der Kot und zwei Tage lang der Harn für die Untersuchung gesammelt. Es war gehofft worden, daß auch diese Leber, wie die vorher untersuchten Organe (siehe Tabelle 5) einen hohen Zinkgehalt aufweisen würde. Bei der raschen Verderblichkeit der Leber konnte nicht erst das Ergebnis der Analyse abgewartet werden; vielmehr mußte die Leber frisch verzehrt werden. Der Zinkgehalt war aber in diesem Fall so niedrig, daß mit 500 g Rindsleber nur 17,8 mg Zink aufgenommen wurden. Würden diese, der Resorption widerstehend, den Darm durchlaufen haben, so hätten sie wohl im Kot von drei Tagen sich wiederfinden müssen. Die an den drei Tagen im Kot ausgeschiedenen Zinkmengen betrugen 13,7, 14,2, 15,1 mg (Tabelle 7). Nimmt man die in den Harnen von zwei Tagen ermittelten Zinkmengen (2,1, 2,6, 3,9 mg) dazu, so erhält man in beiden Ausscheidungen zusammen 16,3 bis 17,7 mg Zink, d. h. die in der Rindsleber eingeführten Zinkmengen.

Ohne Kenntnis der Tatsache, daß normalerweise der menschliche Kot zinkhaltig ist, würde hierin ein befriedigendes Ergebnis zu erblicken gewesen sein. Nun enthielt aber nach den vorausgehenden Untersuchungen (siehe Tabelle 1) unter den üblichen Lebens-

[1]) Bei der Bestimmung des Zinks in der Asche des Harns betrug die Fehlergrenze mindestens 0,5 mg, im Mittel ungefähr 1 mg; sie ist also „ziemlich groß“ bei so kleinen Zinkmengen. Zur Untersuchung kam jedesmal der Nachtharn.

[2]) Vor Beginn war der nach Natriumsulfat entleerte dünne Kot als „durchaus frei“ von Zink befunden worden.

Tabelle 7.

Zusammenstellung der in den Ausscheidungen von 3 Personen nach dem Genuß von je 500 g Rindsleber ermittelten Zinkwerte.

Versuchstage	Die mit 500 g Leber aufgenommene Menge Zink mg	Menge des ausgeschiedenen Kotes g	Menge des ausgeschiedenen Harnes ccm	Menge des ausgeschiedenen Zinks (Zn) im Kot mg	Harn mg	Harn + Kot insgesamt mg	Kot durchschnittlich pro Tag mg	Durchschnittlicher Zinkgehalt (Zn) des normalen Kotes pro Tag mg
				Versuchsperson R.				
1. Tag	17,8	86,0	1900,0	8,2	3,9	17,6	4,6	9,3
2. „	—	210,0		5,5				(Im Mittel
3. „	—		—		—			von 6 Tagen)
				Versuchsperson W.				
1. Tag	17,8	126,0	2500,0	6,4	2,6	17,7	5,0	8,0
2. „	—	392,0		8,7				(Im Mittel
3. „	—		—		—			von 13 Tagen)
				Versuchsperson A.				
1. Tag	17,8	77,0	2010,0	6,3	2,1	16,3	4,7	9,9
2. „	—	332,0		7,9				(Im Mittel
3. „	—		—		—			von 7 Tagen)

bedingungen (ohne Rindslebergenuß) der Kot der drei Versuchspersonen W.: 2,7—12,2, Mittel 8,0 mg; A.: 7,5—13,2, Mittel 9,9 mg; R.: 2,9—18,9, Mittel 9,3 mg) im Minimum 2,7, im Durchschnitt etwa 9 mg Zink. Während der drei Beobachtungstage lagen keine anderen Lebensbedingungen — den Rindslebergenuß ausgenommen — vor; es hätten also während dieser Zeit außerdem noch 8,1—27 mg Zink im Gesamtkot enthalten sein müssen. Das Ergebnis des Versuchs lehrt also, daß auch hier das Zink zum Teil aufgesaugt und nur zum Teil durch die Nieren abgeführt, im übrigen aber zurückgehalten wurde. Da im einzelnen nicht bekannt ist, in welchem Umfang deponiertes Zink auf den Darm abgeschieden wird, läßt sich auch nicht vermutungsweise angeben, zu welchem Anteil das Zink im Körper gespeichert wurde. Die von den Nieren ausgeschiedenen Mengen betrugen 2,1, 2,6 und 3,9 mg Zink; von diesen zweitägigen Mengen sind Abzüge wie beim Kot nicht in Rechnung zu setzen, da von den drei Personen vorher zwei überhaupt kein Zink und W. nur einmal 0,9 mg Zink im Tagesharn abgegeben hatten[1]). Zurzeit liegt keine Möglichkeit vor, den Normalzinkwert im Kot (u. im Harn) eines Menschen auch nur annähernd genau anzugeben.

Wenn in dem vorstehenden Versuch auch nicht erreicht wurde, was beabsichtigt war, weil die zum Genuß gelangte Leber verhältnismäßig zinkarm war, so zeigt das Ergebnis des Versuchs doch, welche Schwierigkeiten der Deutung und Beurteilung von Beobachtungen sich entgegenstellen, bei denen Zink — hier mit der Nahrung, wohl in Form von Metallalbuminaten, in anderen Fällen durch Verschlucken oder

[1]) Nach den bei der Ausdehnung der Versuche 1919 erhaltenen Ergebnissen scheint allerdings mit einer Menge bis zu 1,5 mg Zink im Tagesharn gerechnet werden zu müssen (Tab. 2).

Einatmen von Zinkoxyd u. dergl. — in verhältnismäßig kleinen Mengen[1]) dem Körper zugeführt wird und entschieden werden soll, wieviel Zink in den Ausscheidungen dieser Zinkzufuhr entstammt und wieviel der Körper auch sonst aus seinen Zinkdepots abgegeben hätte, sowie wann die Abscheidung dieser Zinkmengen aus dem Körper als beendet anzusehen ist.

Der Erforschung der Ursache des Gießfiebers auf diesem Wege stehen also zunächst noch unüberwindliche Schwierigkeiten gegenüber, worauf des näheren in einer weiteren Abhandlung des einen von uns (Rost) noch einzugehen sein wird.

Das Vorkommen von Zink in unseren gebräuchlichsten Lebensmitteln tierischen und pflanzlichen Ursprungs, einschließlich der Trinkwässer.

Von Wichtigkeit erschien es, in größerem Umfang noch bei Nahrungsmitteln tierischen und pflanzlichen Ursprungs sowie bei Getränken festzustellen, ob und in welchem Grade sie — von Natur aus oder durch die Aufbewahrung und Herrichtung — zinkhaltig sind.

Zur Untersuchung gelangten daher außer den bereits in den Tabellen 4 und 5 angeführten tierischen Stoffen noch Schlachtfleisch vom Kalb, Hammel und Schwein, Blut vom Rind, Gehirn vom Schwein, Leber vom Kalb, Kuh- und Ziegenmilch, Hühnereier, Graubrot, Kartoffeln, Dörrgemüse, Zucker, Lagerbier und Leitungswasser. Bei der Beschaffung und Herrichtung der Materialien zur Analyse wurde sorgsam darauf geachtet, daß diese nicht mit zinkhaltigen Gegenständen in Berührung kamen und daß auch sonst nicht von außen Zink in die Proben gelangen konnte. Die zu den Untersuchungen notwendigen Mengen Fleisch und Leber wurden in Mengen von 0,5 bis 2,9 kg vom Fleischer bezogen; aus den Stücken wurden mittlere, möglichst fettfreie Teile herausgeschnitten, mit destilliertem Wasser abgespült und nach dem Abtrocknen mit Fließpapier in kleine Würfel geschnitten, gut durchgemischt und in Mengen von 50—1000 g Fleisch und 100 g Leber zur Analyse verwendet. Der Rest der Durchschnittsproben wurde getrocknet und als lufttrockene Substanz zurückgestellt.

Zur Hirnanalyse dienten drei Schweinehirne, die nach dem Abspülen mit Wasser und Zerschneiden in Würfel verarbeitet wurden. Vom Blut standen 3,8 kg, in einem Glasgefäß aufgefangen, zur Verfügung. Das Graubrot wurde teils in ganzen Broten vom Bäcker bezogen, teils selbst gebacken; analysiert wurden jedesmal Stücke aus der Mitte. Kartoffeln, Hühnereier, Kuhmilch und Bier wurden aus den betreffenden Handlungen beschafft und zu der Trinkwasseruntersuchung das Wasser der Laboratoriumsleitung (1 und 5 l) benutzt. Die Kartoffeln wurden geschält und in Scheiben zerschnitten (1 kg) verarbeitet; zu den Eieranalysen kamen jedesmal 3 von der Schale befreite Eier zur Verwendung. Das Blut wurde zunächst in Trockensubstanz übergeführt, die in Mengen von je 56,1 g (= 300 g Blut) zur Analyse verwendet wurde. Ziegenmilch und Kuhmilch wurden unter Aufsicht in eine Glasflasche mit aufgesetztem Glastrichter gemolken, um zu entscheiden, ob

[1]) Nach Beobachtungen und Feststellungen von Arnstein wurden während eines Messinggusses, wonach bereits ein Gießfieberanfall entstehen können soll, vom Menschen aus der Luft (30 Liter) nur etwa 7 mg Zinkoxyd aufgenommen.

Handelsmilch durch die Aufbewahrungs- und Transportgefäße zinkhaltig wird oder schon im Euter dieses Metall enthält. Trockengemüse wurden herangezogen zur Prüfung der Frage, ob die frischen Gemüse beim etwaigen Trocknen auf verzinkten Horden beträchtliche Mengen dieses Metalls aufnehmen können. Es standen Proben von Mischgemüsen zur Verfügung, die teils lose, teils in Papierpackung mit Fabrikmarke eingekauft worden waren.

Zu den Zinkbestimmungen wurden möglichst verschieden große Mengen Ausgangsmaterial verwendet und an diesen die Parallelbestimmungen ausgeführt, so daß z. B. 3 Proben Rindfleisch von drei verschiedenen Tieren in 4, 5 und 11 Parallelanalysen analysiert wurden. Die Ergebnisse dieser zahlreichen Parallelbestimmungen stimmten durchweg gut untereinander überein. Da, wo nur eine Analyse vorgenommen werden konnte, kam eine möglichst große Ausgangsmenge (z. B. 250 g) zur Verarbeitung.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen (siehe Tabelle 8, S. 513—515) ist, daß in allen untersuchten Lebensmitteln Zink mit Sicherheit und in bestimmbaren Mengen nachgewiesen werden konnte; nur im Zucker war sein Vorkommen zweifelhaft, im Schweizerkäse gering, im hellen Lagerbier fehlte Zink. Zucker, Käse und Bier sind Lebensmittel, die bei ihrer Herstellung infolge der angewendeten Metallgefäße Zink enthalten könnten; durch die mannigfachen Prozesse, denen sie unterworfen werden, wird aber wohl etwa vorhandenes Zink niedergeschlagen oder zurückgehalten werden.

Durch die Ausdehnung der Analysen auf das Fleisch anderer Schlachttiere läßt sich sagen, daß das Fleisch dieser Tierarten wie das des Rindes in keinem Fall über 50 mg Zink enthielt: Kalbfleisch 26,4 mg, Rindfleisch 49 mg (3 Proben, von denen 50—1000 g im ganzen 20 Analysen unterworfen wurden), Schweinefleisch 34,4 mg, Hammelfleisch 36,0 mg[1]). Kleinere Mengen wiesen Hühnereier, Kuhmilch des Handels[2]), Rinderblut, Brot[3]) und Schweinehirn auf. Die geringsten Werte wurden in der geschälten Kartoffel (2,1 – 2,5 mg) gefunden, die höchsten in der Rindsleber[4]). Vom Kalb war wie das Fleisch auch die Leber (24,5 mg) weniger zinkreich als vom ausgewachsenen Rind.

Hervorzuheben ist, daß durch die Feststellung wägbarer Mengen vom Zink in der Originalmilch einer Kuh und einer Ziege erwiesen ist, daß auch in diesem Sekret das normalerweise im tierischen Organismus deponierte Zink ausgeschieden wird[5]).

Nach den zwei Proben Dörrgemüsen zu schließen, findet das Trocknen entweder nicht auf verzinkten Horden statt oder es sind keine die Zinklösung begünstigenden Bedingungen dabei vorhanden.

---

[1]) Die aus 250 g Fleisch erhaltenen Zinkoxydmengen wurden, wie sie gewonnen wurden, in Schaugläschen aufgehoben und gelegentlich des Vortrags des einen von uns (Weitzel) der Deutschen physiologischen Gesellschaft vorgeführt.

[2]) Gegenüber etwa 1 mg Eisen in der Milch.

[3]) Diese kleinen Mengen Zink im Brot haben natürlich nichts mit dem vereinzelt beobachteten Zinkgehalt infolge Verwendung von Zinksulfat (350 mg) zu tun (Lehmann 6).

[4]) Der höchste ermittelte Wert betraf die Leber eines Pferdes mit 339 mg.

[5]) Die Untersuchung von Menschenmilch auf Zink soll bei sich bietender Gelegenheit noch ausgeführt werden.

Tabelle 8.

Zusammenstellung der in einigen Lebensmitteln des Handels gefundenen Mengen Zink. (Ergänzt durch Untersuchungen im Jahre 1919.)

Bezeichnung der untersuchten Substanz	Angewendete Menge Substanz frisch g	Angewendete Menge Substanz lufttrocken g	Zink (Zn) gefunden in der angew. Menge Substanz mg	Zink (Zn) berechnet auf 1 kg Substanz mg	Angewandtes Bestimmungsverfahren	Oxydation der organischen Substanz ausgeführt in Glaskolben aus:
Fleisch v. Rind[1]) Probe I	100,0	—	5,0	50,0	I a	Jenaer Glas
	100,0	—	4,5	45,0		
	50,0	—	2,4	48,0		
	50,0	—	2,2	44,0		
			Im Mittel:	46,8		
„ „ II	1000,0	—	45,8	45,8	I a	Jenaer Glas
	100,0	—	4,7	47,0		
	100,0	—	5,4	54,0		
	50,0	—	2,7	54,0		
	50,0	—	2,4	48,0		
			Im Mittel:	49,8		
„ „ III	200,0	—	9,2	46,0	I a	Jenaer Glas
	(100,0)	26,5	4,8	48,0		zinkfreiem Glas
	(100,0)	26,5	5,0	50,0		
	(100,0)	26,5	5,2	52,0		
	(100,0)	26,5	4,8	48,0	I b	—
	(100,0)	26,5	5,3	53,0		—
	(50,0)	13,25	2,6	52,0	II b	—
	(75,5)	20,0	3,9	51,7	Von Dr. Pfyl nach eigenem Verfahren ermittelt durch Titration	—
	(75,5)	20,0	3,9	51,7		—
	(75,5)	20,0	3,8	50,3		—
	(75,5)	20,0	3,7	49,8		—
			Im Mittel:	50,4		
	Im Mittel in Probe I—III:			49,0		
Fleisch vom Kalb	250,0	—	6,6	26,4	II b	—
„ „ Hammel	250,0	—	9,0	36,0		—
„ „ Schwein	250,0	—	8,7	34,4		—
Hühnereier	Inhalt von je 3 Eiern 140,0	—	1,3	9,3	I a	zinkfreiem Glas
	160,0	—	1,6	10,0		
	145,0	—	1,5	10,0		
			Im Mittel:	9,8		
Ziegenmilch (in ein Glasgefäß gemolken)	1390 ccm	—	3,1	2,3	II b	—
Kuhmilch (aus d. Handlung bezogen)	1 l	—	3,5	3,5	II b	—
	1 l	—	3,7	3,7		—
Kuhmilch 1919 (in ein Glasgefäß gemolken)	2 l	—	7,9	3,9	II b	—
Schweizerkäse 1919 (ohne Rindenschicht)	190,0	—	(0,5)	Zink nicht sicher nachweisbar	II b	—

[1]) Von drei verschiedenen Tieren.

Fortsetzung von Tabelle 8.

Bezeichnung der untersuchten Substanz	Angewendete Menge Substanz		Zink (Zn)		Angewandtes Bestimmungsverfahren	Oxydation der organischen Substanz ausgeführt in Glaskolben aus:
	frisch g	lufttrocken g	gefunden in der angew. Menge Substanz mg	berechnet auf 1 kg Substanz mg		
Zucker (Rübenzucker)	50,0	—	0,4	Zink nicht sicher nachweisb.	I a	Jenaer Glas
	50,0	—	0,5		I b	—
Graubrot Probe I	100,0	—	0,6	6,0	II a	zinkfreiem Glas
	100,0	—	0,7	7,0		
	100,0	—	0,8	8,0	II b	—
	100,0	—	1,0	10,0		—
			Im Mittel:	7,8		
„ „ II	(100,0)	64,0	0,4	4,0	II b	—
	(100,0)	64,0	0,6	6,0		—
			Im Mittel:	5,0		
	Im Mittel in Probe I u. II:			6,3		
Kartoffeln (geschält) Probe I	1000,0	—	2,1	2,1	II b	—
„ II	1000,0	—	2,5	2,5		—
			Im Mittel:	2,3		
Dörrgemüse (1919)						
Probe I, lose	—	250,0	1,4	5,6	II b	—
Probe II in Papierpack. mit Fabrikmarke	—	100,0	1,29	12,9	II b	—
Leber v. Rind[1]) Probe I	100,0	—	8,8	88,0	II a	zinkfreiem Glas
	100,0	—	8,0	80,0		
	100,0	—	8,0	80,0	II b	—
	100,0	—	8,5	85,0		—
			Im Mittel:	83,3		
„ „ II	100,0	—	6,4	64,0	II a	zinkfreiem Glas
	100,0	—	6,0	60,0		
	(100,0)	30,1	5,7	57,0	II b	—
	(100,0)	30,1	5,8	58,0		—
	(100,0)	30,1	5,8	58,0		—
			Im Mittel:	59,4		
„ „ III	100,0	—	3,7	37,0	II a	zinkfreiem Glas
	100,0	—	3,4	34,0		
			Im Mittel:	35,5		
	Im Mittel in Probe I—III:			59,4		
Leber vom Kalb	100,0	—	2,5	25,0	II a	zinkfreiem Glas
	100,0	—	2,3	23,0		
	100,0	—	2,4	24,0	II b	—
	100,0	—	2,6	26,0		—
			Im Mittel:	24,5		

[1]) Von drei verschiedenen Tieren.

Fortsetzung von Tabelle 8.

Bezeichnung der untersuchten Substanz	Angewendete Menge Substanz frisch g	Angewendete Menge Substanz lufttrocken g	Zink (Zn) gefunden in der angew. Menge Substanz mg	Zink (Zn) berechnet auf 1 kg Substanz mg	Angewandtes Bestimmungsverfahren	Oxydation der organischen Substanz ausgeführt in Glaskolben aus:
Blut vom Rind	(300,0)	56,1	1,6	5,3	I a	zinkfreiem Glas
	(300,0)	56,1	1,7	5,7		
	(300,0)	56,1	1,7	5,7		
			Im Mittel:	5,6	II b	—
Hirn vom Schwein	332,0	—	2,0	6,0	II b	—
	303,0 (Je 3 Gehirne)	—	1,8	5,9		—
			Im Mittel:	6,0		
Leitungswasser aus der Leitung im Laboratorium	1 l	—	2,5	2,5	II a	zinkfreiem Glas
	5 l	—	10,6	2,1		
			Im Mittel:	2,3		
Bier (hell Patzenhofer)	1 l	—	0,2	Zink nicht nachweisbar	II b	—
	1 l	—	0,3			—

Daß Mehl zinkhaltig sein kann, haben schon Lechartier und Bellamy festgestellt. Sie fanden dieses Metall in Getreide, Ochsenfleisch (in 913 g 30 mg ZnO), Hühnereiern (gekocht und von den Schalen befreit: 1152 g mit 20 mg ZnO), weißen Neapler Bohnen, Körnern des amerikanischen Maises und der Wicke, während die Maisstauden und grüner Klee sich zinkfrei erwiesen, obwohl von den pflanzlichen Produkten 500—1000 g ungetrocknete Körner oder 500 g Trockensubstanz verarbeitet wurden. Zink ist nach Javillier regelmäßiger Bestandteil des Pflanzenprotoplasmas ebenso wie Eisen und Mangan (zitiert nach Hans Meyer und Gottlieb S. 175). Wolffhügel (1) stützt sich schon 1887 auf die Erfahrung, daß zinkhaltige Nahrungs- und Genußmittel nicht etwa eine seltene Erscheinung sind. K. B. Lehmann hatte keine Veranlassung, Tierorgane auf einen normalen Gehalt an Zink zu untersuchen[1]).

Auf die besonderen Vorkommnisse, durch die große Mengen Zink z. B. in gedörrte Äpfelschnitte (Brandl und Scherpe) oder in Fruchtmuse, die in verzinkten Eisenkesseln eingekocht wurden, gelangten (z. B. 4 g in 1 kg)[2]), ist hier nicht einzugehen, da sich solche Übelstände leicht abstellen lassen. Zwei dem Handel entnommene Dörrgemüse haben keinen hohen Zinkgehalt (5,6 und 12,9 mg) aufgewiesen; ob sie auf verzinkten Horden getrocknet wurden, ließ sich nicht ermitteln.

Das Leitungswasser wies in 1 l 2,5 mg, in 5 l 10,6 mg auf. Daß Leitungswässer aus Reinzinkröhren oder galvanisierten Eisenröhren Zink aufnehmen und bis

[1]) In 50 g Rindsmuskel fand Lehmann (in einem Versuch) kein Zink. Mit der von uns angewendeten Arbeitsweise war es uns möglich, aus gleichen Mengen Rindfleisch 2,2—2,7 mg Zn in Form des reinen Oxyds zu isolieren.

[2]) Vergl. Warnung des R.-G.-A., abgedruckt in dessen Veröffentl. 1916, S. 535.

zu etwa 28 mg[1]) im Liter (Lehmann) enthalten haben, ist aus den Untersuchungen und Angaben von Lehmann (4) und Klut genügend bekannt, ebenso, daß der Genuß solcher besonders in Süddeutschland vielfach anzutreffenden Leitungswässer anscheinend noch niemals zu Gesundheitsschädigungen geführt hat (Wolffhügel (2)).

Von besonderem Interesse ist hier die Erörterung, ob Trinkwässer infolge eines natürlichen Zinkgehalts des Bodens Zink enthalten können, und ob Feststellungen vorliegen, nach denen Zink im Boden als allgemein verbreitet angenommen werden kann.

In Freiberg i. Sa. und Umgebung, ebenso in Stolberg bei Aachen sind von Mylius und Aarlandt (1878, 1879) zinkhaltige Trinkwässer festgestellt worden. Das Wasser des Gemeindebrunnens von Tuttendorf und des Stolberger Brunnens enthielt 7, ein Privatbrunnen in Friedeburg 5, der Hornbrunnen zu Freiberg 2 mg Zinkoxyd im Liter. Das Brunnenwasser von einem Gut im mittleren Schweden, aus einem 4,5 m tiefen, gegrabenen Brunnen wies 8 mg Zink (Mörner) im Liter auf.

Soltsien weist darauf hin, daß sich mannigfache Gelegenheiten zur Verunreinigung von Boden[2]), Luft und Wasser mit Zink bieten: Wasser aus Gießereien ist ziemlich stark zinkhaltig befunden worden; die Vegetation in der Nähe von Zinkhütten ist zinkhaltig; auch die Luft in der Umgebung von Zinkhütten und Gelbgießereien führt gelegentlich die außerordentlich leichten Zinkoxydteilchen mit sich; gegossenem Zinkmetall als solchem, als Blech und als Draht, verzinkten Gegenständen, die vielfach mit der Erde in Berührung kommen, kann der Boden Zink entziehen. Zinksulfat als Fällungs- und Klärungsmittel für Abwässer führt dem Boden dieses Metall zu. Überdies findet Zinkchlorid als Imprägnierungsmittel für Hölzer Verwendung, die in den Boden gerammt werden sollen. Es bestehen also zahlreiche Möglichkeiten, daß unter den jetzigen Verhältnissen Zinksalze in den Boden gelangen.

In Mineralwässern[3]) ist Zink[4]) gegenüber Kupfer nur selten festgestellt worden; in der Eulenhöfer Quelle zu Ronneburg sind 0,03, in einigen Quellen Karlsbads[5]) (Sprudel, Bernhardquelle usw.) sind 0,06—0,07 mg Zn im Kilogramm Wasser ermittelt worden. Die nur als Zusatz zu Bädern benutzte Moorstichquelle in Linda i. Sa.[3]) weist nach der Analyse von Fleck (1887) 55,8 mg Zn in 1 kg auf.

---

[1]) Die von Schwarz festgestellte Zinkmenge von 32,4 mg Zinkoxyd in 1 l Leitungswasser fand sich in einem an Kohlensäure und Sauerstoff reichen Wasser, das vom Brunnen in verzinkten Röhren weiter geleitet wurde; das Wasser im Brunnen war zinkfrei. Der Gehalt des den Röhren entnommenen Wassers an Zink war so hoch, daß er geschmeckt wurde, daß das Wasser beim Kochen sich milchig trübte und flockiges Zinkoxyd ausfallen ließ. In diesem Wasser gekochte Bohnen und Erbsen wurden ebenso gegrünt wie durch Kupfersalze.

[2]) Zinkhaltig ist z. B. der Boden bei Altenberg (Aachen), vergl. auch die Galmeiflora in Oberschlesien. Laband untersuchte Pflanzen, die auf dem stark zinkhaltigen Boden von Scharley in Oberschlesien in der Nähe von Galmeigruben gewachsen waren. Sie enthielten (auf 100 g Trockensubstanz bezogen) 0,202 % Zink. Vergl. auch Sacher.

[3]) Vergl. Deutsches Bäderbuch, bearb. unter Mitwirkung des Reichsgesundheitsamts. 1907, S. 34, 108/09, 272, 308, 345 (Linda), 371 (Ronneburg).

[4]) Zur Bestimmung des Zinks in Wässern vergl. z. B. L. Grünhut, Trink- und Tafelwasser in K. v. Buchkas „Das Lebensmittelgewerbe“ Bd. 3, 1918, S. 543.

[5]) Österreichisches Bäderbuch, mit Unterstützung des Ministeriums des Innern verfaßt und herausgegeben von K. Diem. 1914, S. 281ff.

Das Vorkommen von Kupfer in Organen und Geweben des Menschen und von Tieren sowie im menschlichen Kot.

Es lag nicht in dem Plane der Untersuchung, auf die analogen Verhältnisse des Vorkommens von Kupfer in den Organen von Menschen und Tieren und in deren Ausscheidungen sowie in Lebensmitteln näher einzugehen, nachdem hierüber die Untersuchungen von Raoult und Breton, Fleck, v. Itallie und v. Eck und besonders von K. B. Lehmann vorliegen.

Da aber bei den Analysen der Kote, Organe und Lebensmittel auf Zink sich das Vorhandensein von Kupfer ergab[1]), wurde es in zahlreichen Fällen quantitativ bestimmt.

Die Ermittelung geschah auf elektrolytischem Wege. In der angesäuerten Lösung der zum Zwecke der Zinkbestimmung veraschten organischen Substanzen wurden die Schwermetalle als Sulfide ausgefällt, aus letzteren wurde sodann das Kupfer eliminiert und aus salpetersaurer Lösung auf der Platinkathode durch Elektrolyse abgeschieden. So gelang es, auch kleinste Mengen Kupfer noch an der roten Farbe zu erkennen und einwandfrei zu bestimmen.

Die in dem Kot der einzelnen Versuchspersonen ermittelten Kupferwerte schwankten pro Tag zwischen 1,3 und 2,4 mg Cu und stiegen in einem Falle, bei Wu., der an den beiden ersten Tagen reichliche Mengen Büchsenkonserven verzehrt hatte, auf 6,7 mg Cu pro Tag. Von den Organen usw. wiesen die höchsten Kupferzahlen die Lebern — davon die tierischen 16,0 bis 57,0 und einem Falle 119,0 mg Cu pro kg, die menschlichen 10,0 bis 12,0 mg Cu pro kg —, die niedrigsten die Lunge des Pferdes, 2,3 mg Cu pro kg, auf. In den Organen usw. des Hasen konnte in allen Fällen das Kupfer qualitativ nachgewiesen werden, ebenso in den auf Zink untersuchten Leichenteilen eines Soldaten. Die Untersuchungsergebnisse sind im einzelnen in der folgenden Tabelle 6 (S. 518) wiedergegeben[2]).

Ein Vergleich mit den entsprechenden Angaben der Fachliteratur (siehe Tabelle 5) ergibt, daß alle untersuchten Organe Kupfer aufwiesen; Fleck hat schon 1883 ausgesprochen, daß er überhaupt noch niemals Leichenteile, insbesondere Leber, Niere und Milz, untersucht habe, die nicht deutlich nachweisbare Kupfermengen enthalten hatten. Auch für diese Kupfermengen darf als gesichert angenommen werden, daß sie hygienisch bedeutungslos sind.

Zusammenfassung.

1. Unter den Nahrungsmitteln sind zahlreiche und gerade unsere wichtigsten, die bestimmbare Mengen Zink enthalten. Ihrem Zinkgehalt (auf 1 kg berechnet) nach ordnen sie sich u. a. in folgende Reihe ein: Leber (bis 339 mg), Fleisch (bis 50,4 mg), Graubrot (7,8 mg), Hirn (bis 6,0 mg), Rinderblut (5,6 mg), Kartoffeln (bis 2,3 mg), Zucker (höchstens Spuren), helles Bier (1 Probe: 0 mg). Ziegen- und Kuhmilch, in Glasgefäße gemolken, enthielten 2,3—3,9 mg Zn im Liter, Handelsmilch

---

[1]) Auch bei den Untersuchungen im Jahre 1919 konnte in allen Fällen Kupfer neben Zink nachgewiesen werden.

[2]) Den Harn auf Kupfer zu untersuchen, lag keine Veranlassung vor.

Tabelle 9.

Zusammenstellung der im Kot von 6 Menschen, in einigen Leichenteilen und Tierorganen ermittelten Menge **Kupfer.**

Gegenstand der Untersuchung	Menge der zu den einzelnen Analysen verwendeten Proben		Kupfer (Cu)			Zink (Zn)		
	frisch g	lufttrocken g	A. In der Analysenprobe ermittelt mg	B. In 1 kg (berechnet aus A.) mg	C. Pro Tag (berechnet aus A.) mg	A. In der Analysenprobe ermittelt mg	B. In 1 kg (berechnet aus A.) mg	C. Pro Tag (berechnet aus A.) mg
Kot vom Menschen. Mischkot von 3 aufeinander folgenden Tagen								
Person A.	—	90,0	6,0	—	2,0	32,4	—	10,8
„ W.	574,0	—	6,3	—	2,1	29,7	—	9,9
„ N.	550,0	—	4,0	—	1,3	26,4	—	8,8
„ Sch.	390,0	—	7,2	—	2,4	30,6	—	10,2
„ Wu.	358,0	—	20,2[1]	—	6,7	27,5	—	9,2
„ R. (Mischkot von 4 Tagen)	481,0	—	6,4	—	1,6	48,5	—	12,1
Leber vom Hund	100,0	—	2,4	24,0	—	4,25	42,5	—
Leber von 3 Rindern								
Probe 1	100,0	30,1	5,7	57,0	—	5,7	57,0	—
Probe 2	100,0	—	11,9	119,0	—	3,5	35,0	—
Probe 3	100,0	—	2,4	24,0	—	5,0	50,0	—
Organe eines Pferdes								
Leber	100,0	—	1,6	16,0	—	33,9	339,0	—
Muskel	100,0	—	—	—	—	2,9	29,0	—
„	400,0	—	1,8	4,5	—	—	—	—
Herz	200,0	—	—	—	—	3,1	15,5	—
„	700,0	—	2,8	4,0	—	—	—	—
Lunge	200,0	—	—	—	—	2,3	11,5	—
„	800,0	—	1,8	2,3	—	—	—	—
Leber von 2 Menschen								
Probe 1	200,0	—	2,4	12,0	—	29,1	145,5	—
Probe 2	100,0	—	1,0	10,0	—	5,2	52,0	—

nicht höhere Mengen. Das Zink braucht also nicht erst durch die Aufbewahrung und Herrichtung in zinkabgebenden Gefäßen in die Speisen und Getränke hineingelangt zu sein. Bei der Untersuchung der Lebensmittel wird unter Umständen auf die Gegenwart dieses Metalls zu achten und dessen Menge festzustellen sein.

[1]) Diese besonders hohe Kupferzahl dürfte auf den sehr reichlichen Genuß von Büchsenkonserven während der ersten beiden Versuchstage zurückzuführen sein. Außer dem Kupfer und Zink konnten in diesem Falle in dem Gesamtkot noch 1,0 mg **Blei** (Pb) und 43,3 mg **Zinn** (Sn) — also pro Tag 0,3 mg Pb und 14,4 mg Sn — nachgewiesen werden.

2. Bei der großen Verbreitung des Zinks in der Natur und dem häufigen Vorkommen von Zink in den Nahrungsmitteln im ursprünglichen Zustand einschließlich des Leitungswassers und bei der so verbreiteten Verwendung zinkhaltiger Gefäße und Gerätschaften zur Aufbewahrung und Zubereitung von Speisen und Getränken ist es verständlich, daß menschliche Leichen Zink enthalten und nicht unbeträchtliche Mengen Zink, insbesondere in der Leber als Speicherungsorgan (bis zu 145,5 mg) sowie in den Muskeln (bis 51,5 mg) aufgefunden worden sind; selbst im Gehirn ist Zink in bestimmbarer Menge (bis 12,5 mg) ermittelt worden. Zink kann hiernach nicht mehr als „zufälliger" Bestandteil in den Organen und Geweben des Menschen angesehen werden; es ist vielmehr ein regelmäßig vorkommender und deshalb unter den jetzigen, mindestens seit Jahrzehnten herrschenden Lebensbedingungen ein normaler Bestandteil. Die Beachtung dieses Befundes für forensisch-chemische Untersuchungen ist von früheren Forschern bereits hervorgehoben worden und erneut zu betonen. Nach allen bisherigen Erfahrungen sind diese Milligramme betragenden Zinkmengen im Körper des Menschen hygienisch unbedenklich.

3. Das aus den Organdepots auf dem Wege des Dickdarms in den Kot zur Abscheidung gelangende Zink macht den Stuhlgang anscheinend ständig zinkhaltig (Durchschnitt etwa 9 mg; Grenzwerte 2,7 und 18,9, vereinzelt 39,3 mg Zn pro Tag); sehr kleine, erst bei Verarbeitung großer Mengen (Tagesmengen von 1500 ccm und mehr) Harn auffindbare Mengen Zink verlassen den Körper auf dem Wege der Niere. Daß unter den jetzigen Lebensbedingungen der menschliche Kot zinkhaltig ist, ist ein Befund, der bei Erörterung einschlägiger Fragen im Auge zu behalten ist. Auch in das Sekret der Milchdrüsen tritt Zink über.

4. Wurden von Personen, bei denen der normale Zinkgehalt im Kot und Harn ermittelt war, Zink in Form zinkhaltiger Rinderleber verzehrt, so wurde die so aufgenommene Menge Zink nicht als ein den normalen Zinkgehalt des Stuhlgangs erhöhender Mehrbetrag gefunden. Lediglich der Zinkgehalt des zweitägigen Harns war etwas vermehrt. Ein beträchtlicher Teil des mit der Nahrung aufgenommenen Zinks mußte also resorbiert und im Körper zurückgehalten worden sein.

5. Bei experimentellen Untersuchungen, um aus dem Zinkgehalt von Kot und Harn die Ursache des Gießfiebers und des Zinkhüttensiechtums abzuleiten, ist die Tatsache zu berücksichtigen, daß mit dem regelmäßigen Vorkommen von Zink im Kot und auch im Harn des Menschen zu rechnen ist.

6. Neben Zink finden sich in der Regel, freilich fast durchweg beträchtlich geringere, aber doch bestimmbare Mengen Kupfer, sowohl in unseren Lebensmitteln als auch in den Organen und Geweben sowie im Kot des Menschen.

7. In einem Fall enthielt der dreitägige Kot einer gesunden Person, die bei freigewählter Nahrung u. a. eine größere Portion Büchsen-Gemüsekonserven gegessen hatte, außer Zink und Kupfer noch Zinn (43,3 mg) und Blei (1,0 mg).

Berlin, Physiologisch-pharmakologisches Laboratorium, Ende März 1919.

Literatur.

Aarlandt, Korrespbl. d. Ver. anal. Chem. 1879, II, S. 7; zitiert nach Wolffhügel (1).

Arnstein, Beitrag zur Kenntnis des Gießfiebers. Wiener Arb. a. d. Geb. d. soz. Med. 1910, S. 49 (unter Teleky).

Brandl und Scherpe, Über zinkhaltige Äpfelschnitte nebst Versuchen über die Wirkung des äpfelsauren Zinks. Mit Tierversuchen von Ohlmüller. Diese Arb. Bd. 15, 1899, S. 185.

Fleck, Mehrfaches Vorkommen und Nachweisung von Kupfer und Zink in Leichenteilen. 12. und 13. Jahresber. d. chem. Zentralstelle f. öff. Gesundheitspfl. zu Dresden 1884, S. 63.

Hohmann, Studie über Gießfieber. Diss. Würzburg (unter K. B. Lehmann), 1903; eingehend besprochen in „Soziale Praxis“, Bd. 12, 1903, S. 1215.

van Itallie und van Eck, Über das Vorkommen von Metallen in der menschlichen Leber. Arch. d. Pharm. Bd. 251, 1913, S. 50.

Jacobj, Über die Gesundheitsschädlichkeit des Zinks, beurteilt nach Versuchen über den Verbleib intravenös einverleibter Zinksalze. Diese Arb. Bd. 15, 1899, S. 204.

Klut, Über die aggressiven Wässer und ihre Bedeutung für die Wasserhygiene. Medizinische Klinik 1918, S. 469 und „Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle“. 3. Aufl. 1916, S. 155.

Laband, Zur Verbreitung des Zinkes im Pflanzenreiche. Zeitschr. f. Unters. d. Nahrgsm. 1901, S. 489.

Lechartier und Bellamy, Sur la présence du zinc dans le corps des animaux et dans les végétaux. C. rend. Ac. des Sciences. Bd. 84, 1877, S. 687.

K. B. Lehmann (1), Der Kupfergehalt der menschl. Nahrungsmittel. Arch. f. Hyg. Bd. 24, 1895, S. 18.

Derselbe (2), Einige Beiträge zur Bestimmung und hygienischen Bedeutung des Zinks. Ebenda Bd. 28, 1897, S. 291.

Derselbe (3), Hygienische Studien über Nickel. Ebenda Bd. 68, 1909, S. 421 (446).

Derselbe (4), Das Gieß- oder Zinkfieber. Ebenda Bd. 72, 1910, S. 358.

Derselbe (5), Über die Zinkaufnahme des Leitungswassers aus Reinzinkröhren und galvanisierten Eisenröhren und ihre hygienische Bedeutung. Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1913, Nr. 29, S. 717.

Derselbe (6), Die Methoden der praktischen Hygiene, 2. Aufl., 1901.

Matzkewitsch, Über die quantitative Bestimmung des Zinkoxydes in tierischen Leichen bei subkutan. Injekt. von essigsaurem Zink. Diss. Petersburg 1878, zitiert nach Falck und nach Kobert.

C. Th. Mörner, Zur Zinkfrage. Arch. f. Hyg., Bd. 33, 1898, S. 160.

E. Mylius, Korrespbl. d. Ver. anal. Chem. 1879, II, S. 11, zitiert nach Wolffhügel (1).

Raoult und Breton, Sur la présence ordinaire du cuivre et du zinc dans le corps de l'homme. C. rend. Ac. des Sciences Bd. 85, 1877, S. 40.

Sacher, Zur Kenntnis der Wirkung der Zinksalze. Koberts Arb. des Pharmakol. Inst. zu Dorpat. Bd. 9, 1893, S. 88.

Schwarz, Über ein zinkhaltiges Trinkwasser. Zeitschr. f. Unters. der Nahrungsm. Bd. 14, 1907, S. 482.

Seiffert, Beteiligung von Blei und Zink am Zinkhüttensiechtum mit Bemerkungen über hygienische Maßnahmen in den Zinkhütten. Öffentl. Gesundheitspflege 1918, S. 44.

Sigel, Das Gießfieber und seine Bekämpfung. Vierteljahrsschr. f. ger. Med., 3. F., Bd. 32, 1906, S. 174.

Soltsien, Über eine besondere Art der Verunreinigung von Boden und Wasser mit Zink. Zeitschr. f. öff. Chem., Bd. 15, 1901, S. 280.

Strunk und Budde, Bericht. Über ein Eiweißreagens zur Harnprüfung. Veröff. a. d. Geb. des Militär-Sanitätswesens des Preuß. Kriegsministeriums. Heft 48, 1911, S. 49.

Vogt und Burckhardt, Über die Aufnahme von Metallen, speziell Blei, Zink und Kupfer, durch die Haut. Arch. f. Hyg. Bd. 85, 1916, S. 323.

Weitzel (1), Über das natürliche Vorkommen von Zink in Lebensmitteln und in den Ausscheidungen des Menschen. Zentralbl. f. Physiol. Bd. 28, 1914, S. 766. Derselbe (2), Beiträge zur Bestimmung des Zinks in den menschlichen Ausscheidungen usw. Diese Arb. Bd. 51, 1919, S. 476.

Wolffhügel (1), Über blei- und zinkhaltige Gebrauchsgegenstände. Diese Arb. Bd. 2, 1887, S. 112 (178 ff.). Derselbe (2), Wasserversorgung und Bleivergiftung. Ebenda, S. 538.

Willstätter und Forsén, Annal. d. Chem. Bd. 396, 1913, S. 180 und Monographie: Untersuchungen über Chlorophyll (1913, S. 324) behandeln auch den Zinkgehalt der Gläser.

Beitrag zur chemischen Untersuchung gehärteter Fette unter besonderer Berücksichtigung eines Gehalts an Nickel und Arsen.

Von

Dr. G. Rieß,

Ständigem Mitarbeiter im Reichsgesundheitsamte.

Durch ein Rundschreiben des Reichskanzlers betr. Überwachung der Margarine- und Kunstspeisefettfabriken vom 30. Juli 1911 an die Bundesregierungen[1]) ist dem Reichsgesundheitsamte, unbeschadet der Untersuchung durch die örtlich zuständigen Untersuchungsanstalten, eine besondere Mitwirkung bei der Untersuchung solcher Fette zugefallen, deren Verwendung in der Speisefettindustrie bis dahin nicht gebräuchlich war und deren Unschädlichkeit für den menschlichen Genuß noch nicht mit Sicherheit festgestellt ist. Von den im Verfolg dieses Erlasses dem Gesundheitsamt von den Nahrungsmittel-Polizeibehörden übersandten Fettproben haben die gehärteten Pflanzenfette und gehärteten Trane ein besonderes Interesse erregt, da sie berufen schienen, für die Verwendung in der Speisefettindustrie eine große Bedeutung zu erlangen. Daß dies tatsächlich der Fall war, haben die Erfahrungen bei der Verwendung dieser Fette in der Margarineindustrie während des Weltkrieges eindeutig bewiesen.

Das Ergebnis chemischer und physiologischer Versuche im Gesundheitsamt mit gehärteten Fetten der genannten Art bildete die Grundlage zu den dem Herrn Reichsminister des Innern unter dem 2. Juli 1914, bzw. 4. Oktober und 18. Dezember 1915 erstatteten Gutachten über die Frage der Verwendbarkeit dieser Fette für den menschlichen Genuß. Über die einschlägigen tierphysiologischen und pharmakologischen Untersuchungen wird E. Rost in einer späteren Abhandlung berichten. Da inzwischen von W. Fahrion sowohl vom theoretischen als auch technischen Standpunkte aus die Härtung der Fette eingehend geschildert[2]) worden ist, so erübrigt es sich, auf die auf diesem Gebiete erschienene ausgedehnte Literatur hier näher einzugehen.

---

[1]) Vergl. auch Preuß. Ministerialerlaß vom 27. September 1911, abgedruckt in den Veröffentlichungen des Reichsgesundheitsamtes 1912, S. 284.

[2]) W. Fahrion, Die Härtung der Fette. Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1915. Vergl. auch J. Klimont, Die neueren synthetischen Verfahren der Fettindustrie 1916. Verlag von Otto Spamer Leipzig.



Nachstehend seien daher nur kurz die physikalischen und chemischen Konstanten der im Gesundheitsamt untersuchten gehärteten Fettproben unter besonderer Berücksichtigung ihrer Schmelzpunkte, ferner auch die Erfahrungen mitgeteilt, die bei der Prüfung dieser Fettproben auf einen Gehalt an Nickel und Arsen gemacht wurden.

I. Art der untersuchten gehärteten Fettproben, sowie ihre physikalischen und chemischen Konstanten.

Bei den im Gesundheitsamte ausgeführten chemischen und physiologischen Versuchen zur Beurteilung der Frage der Genußtauglichkeit gehärteter Fette wurden folgende Proben verwendet.

I. Gehärtete Pflanzenfette.

a) Gehärtetes Baumwollsamenöl aus den Bremen-Besigheimer Ölfabriken.

1. Proben des Ausgangsmaterials (Baumwollsamenöl und Nickelkatalysator, des Zwischenproduktes: gehärtetes Baumwollsamenöl, noch vermischt mit dem Nickelkatalysator), so wie des fertigen Endproduktes; diese Proben waren in Gegenwart von Beamten der Medizinalabteilung des Preußischen Ministeriums des Innern und des Gesundheitsamtes am 3. Dezember 1913 in den Bremen-Besigheimer Ölfabriken hergestellt.
2. Proben eines gehärteten Baumwollsamenöls, das von den Bremen-Besigheimer Ölfabriken am 20. Februar 1914 dem Gesundheitsamt zur Verfügung gestellt worden war.
3. Proben von gehärtetem Baumwollsamenöl, als Brebesol I und II bezeichnet, die in der Helmstedter Margarinefabrik in Braunschweig im Dezember 1913 entnommen waren.

b) gehärtetes Erdnußöl. Die Proben waren von den Bremen-Besigheimer Ölfabriken im März 1914 dem Gesundheitsamte auf Ersuchen zur Verfügung gestellt worden.

c) gehärtetes Leinöl. Die Probe, die vermutlich in Holland hergestellt ist, war von der Firma A. L. Mohr G. m. b. H. Margarinefabrik in Altona-Bahrenfeld im März 1914 dem Gesundheitsamt auf Ersuchen zur Verfügung gestellt worden.

d) gehärtetes Sesamöl aus den Bremen-Besigheimer Ölfabriken.

Die flüssigen Öle erfahren bekanntlich durch den Vorgang der Härtung, d. h. durch die Überführung ihrer ungesättigten Fettsäuren (hauptsächlich Ölsäure, Linolsäure, Linolensäure, Clupanodonsäure) in die entsprechenden gesättigten Säuren eine wesentliche Änderung in ihrer Zusammensetzung und äußeren Beschaffenheit. Die Farbe der genannten gehärteteten Pflanzenfette war schwachgelblich bis nahezu weiß; sie besaßen eine zwischen schmalzartig und talgartig liegende Konsistenz, ihr Geruch und Geschmack war rein und milde.

II. Gehärtete Trane.

Zu den Versuchen standen 6 Proben gehärteten Trans aus 4 verschiedenen Bezugsquellen zur Verfügung. Wie aus der Tabelle 1 ersichtlich ist, entstammen 5 dieser Proben der Firma De Nordiske Fabriken (De-No-Fa) in Kristiania-Fredrikstadt und

eine Probe den Germania-Werken in Emmerich. Für die Versuche wurden gleichzeitig Proben des Ausgangsmaterials beschafft, und zwar zwei Proben flüssigen Waltrans Nr. 0, wie er in den De-No-Fa, und eine Probe Waltran, wie er in den Emmericher Werken — hier nur für technische Zwecke — als normale Qualität zur Verarbeitung auf gehärteten Tran gelangte. Nach den dem Gesundheitsamt zugegangenen Mitteilungen ist in Norwegen vor dem Weltkrige nur die beste Sorte Waltran Nr. 0 für die Herstellung von gehärtetem Tran als Speisefett in Frage gekommen, da es überaus schwierig war, aus den minderwertigeren Waltransorten Nr. 1 und 2 usw. gehärtete Fette herzustellen, die den an Speisefette bezüglich des Geruchs und Geschmacks zu stellenden Anforderungen genügten. Nach neueren Angaben sollen diese Schwierigkeiten während des Weltkrieges behoben worden sein. Die beiden flüssigen Waltranproben Nr. 0 waren schwachgelblich gefärbt und zeigten den charakteristischen Trangeruch; gegen ihre Verwendung zu menschlichen Genußzwecken wäre nichts einzuwenden gewesen. Hingegen besaß die flüssige Tranprobe aus Emmerich eine bräunliche, dunkle Farbe und einen unangenehmen Geruch; sie war als solche zum Genuß für Menschen nicht tauglich.

Die 6 Proben gehärteten Trans waren fast weiß, hatten dem Rindertalg ähnliche Konsistenz und waren mit Ausnahme der Probe aus Emmerich — letzterer haftete noch ein deutlich traniger Geruch an — nahezu geruch- und geschmacklos.

Die physikalischen und chemischen Konstanten der untersuchten gehärteten Fettproben zeigten wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, hinsichtlich Brechungsindex, Schmelzpunkt, Erstarrungspunkt und Jodzahl deutliche Unterschiede gegenüber den entsprechenden Konstanten des Ausgangsmaterials, hingegen keine nennenswerten Verschiedenheiten gegenüber den bei Speisefetten (z. B. Schweineschmalz und Rindertalg) sonst beobachteten Werten. Das physikalische und chemische Verhalten der untersuchten Proben war also im allgemeinen derart, daß sie nicht von vornherein als bedenklich für Genußzwecke bezeichnet werden konnten. Die Probe gehärteten Leinöls zeigte allerdings einen wesentlich höheren Schmelzpunkt, als dem bei Schweineschmalz und Rindertalg im allgemeinen beobachteten Höchstschmelzpunkt von 51° entspricht. Ihr Schmelzpunkt lag bei 59,4°, ihr Erstarrungspunkt bei 40,2° Thoms und Müller[1]) empfehlen bei ihren Forderungen bezüglich der Festsetzung einer Grenzzahl für den höchst zulässigen Schmelzpunkt bei gehärteten Fetten, „daß ein direkt zu Speisezwecken zu verwendendes Fett nur bis höchstens 37° gehärtet wird, oder daß höher gehärtete Fette durch Zusatz von Öl auf einen niedrigeren Schmelzpunkt gebracht werden, wie das bei der Margarine- und Speisefettfabrikation geschieht“. Diesen Forderungen gegenüber sei darauf hingewiesen, daß Hammeltalg vielfach und Preßtalg in der Regel einen Schmelzpunkt über 51° zeigen. Diese Fette finden aber ebenfalls ausgedehnte Verwendung als Speisefette, der Preßtalg insbesondere zur Erhöhung der Konsistenz der Margarine und Kunstspeisefette. Zu dem gleichen Zwecke werden in erster Linie auch die gehärteten Fette in der Speisefettindustrie verwendet. Der Verbrauch

[1]) Arbeiten aus dem Pharmazeutischen Institut der Universität Berlin Bd. 11, umfassend die Arbeiten des Jahres 1913 S. 137. sowie Archiv für Hygiene Bd. 84 (1915) S. 54.



Tabelle 1. Zusammenstellung der physikalischen und chemischen Konstanten der untersuchten gehärteten Fettproben.

Bezeichnung u. Herkunft der Proben[1])	Brechungsindex bei 40°	Schmelzpunkt nach Polenske	Erstarrungspunkt nach Polenske	Differenzzahl nach Polenske	Säuregrad	Verseifungszahl	Jodzahl
I. Gehärtete Pflanzenfette.							
1. Gehärtetes Baumwollsamenöl vom 2. Dez. 1913 aus den Bremen-Besigheimer Ölfabriken	1,4590 Skalenteile 49,6	43,2°	28,9°	14,3	0,67	196,5	57,55
2. Desgl. vom 20. Februar 1914	1,4593 Skalenteile 50,0	—	—	—	0,4	197,4	59,9
3. Gehärtetes Baumwollsamenöl aus Elberfeld	1,4595 Skalenteile 50,3	—	—	—	0,65	199,6	61,9
4. Desgl. a. Braunschweig, bezeichnet als Brebesol I	1,4588 Skalenteile 49,1	42,7°	28,95°	13,75	0,57	196,5	56,6
5. Desgl., bezeichnet als Brebesol II	1,4590 Skalenteile 49,6	—	—	—	0,55	192,5	59,2
6. Gehärtetes Erdnußöl aus den Bremen-Besigheimer Ölfabriken	1,4579 Skalenteile 47,8	44,9°	30,4°	14,5	1,4	195	54,2
7. Gehärtetes Leinöl aus Altona	1,4627 Skalenteile 55,1	59,4°	40,2°	19,2	0,55	191	60,8
8. Gehärtetes Sesamöl aus Bremen	1,4591 Skalenteile 49,7	48° ganz klar schmelzend erst bei 51-52°	32,6°	—	—	—	—
II. Gehärtete Trane.							
1. Probe I von den Bremen-Besigheimer Ölfabriken, angeblich aus den De-No-Fa stammend	1,4584 Skalenteile 48,6	42,5°	30,3°	12,2	1,5	191,8	60,3
2. Probe II desgl.	1,4587 Skalenteile 49,1	42,6°	30,85°	11,75	1,6	192,2	60,4
3. Probe von Mohr in Altona-Ottensen, angeblich aus den De-No-Fa stammend	1,4569 Skalenteile 46,4	44,2°	33,0°	11,2	2,8	194,3	47,4
4. Probe I von der Auergesellschaft, angeblich aus den De-No-Fa stammend	1,4578 Skalenteile 47,7	44,5°	33,6°	10,9	6,3	190,6	53,1
5. Probe II desgl.	1,4583 Skalenteile 48,5	44,8°	34,5°	10,3	6,1	190,7	52,9
6. Probe aus den Germaniawerken in Emmerich stammend	1,4580 Skalenteile 48,0	42,8°	31,4°	11,4	13,2	195,0	60,6

[1]) Bei der Bestimmung der Konstanten dieser und nachstehend unter III genannter Proben wurde ich sowohl von Herrn Dr. Turnau als auch von Frau Dr. Bodländer unterstützt, wofür ich beiden auch hier meinen Dank sage.

Bezeichnung u. Herkunft der Proben	Brechungsindex zu 40°	Schmelzpunkt nach Polenske	Erstarrungspunkt nach Polenske	Differenzzahl nach Polenske	Säuregrad	Verseifungszahl	Jodzahl
III. Zum Vergleich herangezogene Fett- und Ölproben[1]).							
1. Gänsefett	(1,4593—1,4620 Skalenteile 50—54)	39,4° (32—38°)	20,7° (17—22°)	18,7 (14—16)	—	(184—198)	(59—81)
2. Butter	(1,4520—1,4566 Skalenteile 39,4—46,0)	(30—41°)	(19—26°)	(12,5-15,9)	—	(219—233)	(26—46)
3. Schweineschmalz	(1,4583—1,4607 Skalenteile 48,5—52)	42,6° (41—51°)	22,3° (22—31°)	20,3 (19—21)	—	(193—198)	(46—77)
4. Rindertalg	(1,4566—1,4583 Skalenteile 46—48,5)	50° (43—51°)	35,5° (30—38°)	14,5 (13—15)	—	(193—198)	(32—46)
5. Hammeltalg	(1,4566—1,4583 Skalenteile 46—48,5)	48,4° (48—52°)	34,2° (34—38°)	14,2 (13—15)	—	(192—198)	(35—46)
6. Baumwollsamenöl — Bremen	bei 25°: (1,4691—1,4719 Skalenteile 65,0—69,4)	—	—	—	0,5	198,1 (191—198)	105,1 (101—117)
7. Erdnußöl — Bremen	(1,4676—1,4707 Skalenteile 62,6—67,5)	—	—	—	—	(189—197)	(86—99)
8. Leinöl — Altona	(1,4789—1,4826 Skalenteile 81—87,5)	—	—	—	—	(187—195)	(168—176)
9. Sesamöl — Bremen	(1,4699—1,4718 Skalenteile 66,2—69,2)	—	—	—	—	(187—193)	(103—112, a. bis 116)
Flüssige Trane							
10. Waltran Nr. 0 von den De-No-Fa in Kristiania stammend	1,4661 Skalenteile 60,3	—	—	—	0,5	196,9	110,9
11. Waltran 0 aus den Bremer-Besigheimer Ölfabriken, angeblich von den De-No-Fa	1,4657 Skalenteile 59,7	—	—	—	0,3	196,8	107,9
12. Waltran aus d. Emmericher Germ.-Werken	1,4666 Skalenteile 61,1	—	—	—	10,7	195,9	114,7

sehr weitgehend gehärteter Fette, zumal mit einem Schmelzpunkt über 51° zum unmittelbaren Verzehr wird ebenso wie der von Preßtalg praktisch kaum in Frage kommen. Die Probe gehärteten Leinöls mit einem Schmelzpunkt von 59,4° wird übrigens einen seltenen Ausnahmefall darstellen; denn die im Gesundheitsamt festgestellten und aus der Literatur bekannten Schmelzpunkte gehärteter Fette, die als Speisefette in Betracht kamen, lagen fast ausschließlich weit unter 51°. Nach wie vor besteht der in der Begründung[2]) zu dem Gesetz, betr. den Verkehr mit Butter, Käse, Schmalz und deren Ersatzmitteln vom 15. Juni 1897 aufgestellte Satz im wesentlichen auch heute noch zu Recht, daß Fette im allgemeinen um so verdaulicher sind, je weicher sie sind, d. h. je mehr Olein sie enthalten, daß indessen auch stearin-

[1]) Diese Fette bezw. Öle wurden von E. Rost für seine pharmakologischen Versuche zum Vergleich herangezogen. Die eingeklammerten Werte entsprechen denen der Fachliteratur; vgl. Entwurf zu Festsetzungen über Speisefette und Speiseöle, herausgegeben vom Reichsgesundheitsamte; 1912, Verlag von Julius Springer, Berlin.

[2]) Reichstagsdrucksache Nr. 72. S. 37. 9. Legislatur-Periode, IV. Session 1895/96.

reiche Fette, wie Rindertalg und Hammeltalg, von gesunden Menschen noch bis zu 90% verdaut werden.

Eine Notwendigkeit, eine Höchstgrenze für den zulässigen Schmelzpunkt gehärteter Fette festzulegen, dürfte nicht vorliegen, denn es liegt im eigensten Interesse der Hersteller von gehärteten Speisefetten, den Schmelzpunkt dieser Fette nicht zu hoch zu wählen, einerseits um diese Fette zum unmittelbaren Verzehr in den Handel bringen zu können, anderseits, um deren Verbrauch in der Margarine- und Kunstspeisefett-industrie nicht zu beschränken, da von einem sehr harten Fett ein weit geringerer Zusatz zur Erhöhung der Konsistenz erforderlich ist, als von einem gehärteten Fett mit niedrigerem Schmelzpunkte.

Sämtliche Proben gehärteter Pflanzenfette und Trane wurden auch in küchentechnischer Hinsicht geprüft; sie haben sich beim Braten und Backen, sowie als Zutat zu Gemüsen, Tunken usw. als brauchbar, zum Teil als ganz vorzüglich erwiesen. Irgend welche Schädigungen der Gesundheit der Verbraucher sind nach dem Genuß dieser Fette nicht eingetreten.

II. Nachweis und Bestimmung von Nickel und Arsen in gehärteten Fetten.

Dadurch daß bei der Härtung der pflanzlichen Öle und Trane in der Technik im allgemeinen einerseits fein verteiltes Nickel als Katalysator und anderseits Wasserstoff, der nach der Art seiner Gewinnung aus Wassergas mit Arsenwasserstoff verunreinigt sein kann, verwendet werden, ist die Möglichkeit gegeben, daß diese Öle durch die Überführung in feste Fette kleine Mengen Nickel und Arsen aufnehmen; demgemäß erstreckte sich die weitere Untersuchung der gehärteten Fettproben hauptsächlich auf den Nachweis eines etwaigen Vorkommens von Nickel und Arsen.

A. Nachweis und Bestimmung des Nickels.

Fr. Prall[1]) hat für den Nachweis von Nickel in gehärteten Fetten zuerst vorgeschlagen, das geschmolzene Fett mit gleichen Teil konzentrierter Salzsäure unter Erwärmen zu behandeln, das salzsaure Filtrat einzudampfen, den Rückstand mit einigen Tropfen Ammoniak und einer 1%igen alkoholischen Dimethylglyoximlösung (Tschugaeff-Reagens) zu betupfen. Eine rote Färbung des Rückstandes soll auf das Vorhandensein von Nickel schließen lassen. Prall selbst bezeichnet dieses Verfahren jedoch als unsicher, da auch frisch gepreßte Öle eine Rotfärbung geben, ohne daß sie Nickel enthielten. R. H. Kerr[2]) führt dies auf eine organische Base zurück, die namentlich im Baumwollsamenöl enthalten sei und die in die Salzsäure mitübergehe; er schlug zwecks Zerstörung dieser Base vor, beim Abdampfen der Salzsäure 2 bis 3 ccm konzentrierter Salpetersäure zuzufügen. W. Normann und Hugel[3]), Fr. Prall[4]),

[1]) Vergl. Bömer, Über gehärtete Öle. Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel. Bd. 24 (1912) S. 109.

[2]) Journal. Ind. Eng. Chim. Bd. 6. (1914) S. 207. Chemiker-Zeitung Bd. 38. (1914) S. 519.

[3]) Halbmonatschrift für die Margarineindustrie Jahrgang 6 (1913) S. 226.

[4]) Zeitschrift für angewandte Chemie Bd. 28 (1915) S. 40.

H. Thoms und Franz Müller[1]), K. B. Lehmann[2]), P. O. Süßmann[3]) haben, um diese Unsicherheit zu vermeiden, bei ihrem Nachweis von Nickel in gehärteten Fetten die sog. Veraschungsmethode angewandt, indem sie 100 bis 200 g Fett nach und nach in einer Platin- oder Quarzschale vorsichtig verbrannten und den Rückstsnd glühten. Letzterer wurde dann mit Salzsäure aufgenommen, zur Entfernung von etwa vorhandenem Eisen oder Aluminium mit Ammoniak behandelt, das Filtrat eingedampft und der Trockenrückstand für sich oder nach dem Wiederlösen in Wasser mit Dimethylglyoximlösung versetzt. Die danach von den genannten Forschern in gehärteten Speisefetten gefundenen Nickelmengen schwankten zwischen 0,01 bis 6 mg, berechnet auf 1 kg Fett. Diese Veraschungsmethode hat sich jedoch nach den Beobachtungen im Gesundheitsamt trotz größter Sorgfalt beim Verbrennen der Fette nicht als einwandfrei erwiesen. Abgesehen von der unangenehmen Arbeit des Veraschens der Fette entstehen hierbei merkliche Verluste an Nickel, auch löst sich das im Aschenrückstand enthaltene Nickel nur zu sehr geringem Teil in verdünnter Salzsäure. Aus letzterem Grunde hat wohl auch K. B. Lehmann die Asche abwechselnd mit Salpetersäure und Salzsäure behandelt.

An Stelle der Veraschung wurde daher folgendes Ausschüttelungsverfahren ausgearbeitet, das auch für die gewichtsanalytische Bestimmung des Nickels in gehärteten Fetten sich als zweckmäßig erwiesen hat.:

200 g gehärtetes Fett werden in einem langhalsigen Kolben geschmolzen, sodann werden 100 ccm einer 12,5%igen Salzsäure, desgleichen eine kleine Messerspitze chlorsauren Kalis zugegeben. Unter Bedecken des Gefäßes mit einem Uhrglas wird darauf der Kolben in kochendem Wasserbade etwa eine Stunde lang unter wiederholtem kräftigen Durchschütteln des Inhalts erhitzt. Nach dem Erstarren des Fettes wird die wässerige Flüssigkeit abfiltriert und ein aliquoter Teil, etwa 90 ccm des Filtrates in einer Porzellanschale zur Trockene verdampft. Der Rückstand wird in etwa 20 ccm Wasser aufgenommen, die wässerige Lösung mit Ammoniak im Überschuß aufgekocht, filtriert und im Filtrat dann das Nickel in bekannter Weise mit Dimethylglyoximlösung nach O. Brunck[4]) gefällt und gegebenenfalls der Niederschlag gewogen, der die Zusammensetzung $C_8H_{14}N_4O_4Ni$, entsprechend 20,31% Nickel, hat.

Nach diesem Verfahren lassen sich bei einer Einwage von 200 g Fett noch Zehntelmilligramme Nickel gewichtsanalytisch genau bestimmen. Nach Süßmann[5]) erhält man durch Bestimmung der hier in Betracht kommenden kleinen Mengen Nickel auch auf kolorimetrischem Wege unter Beobachtung gewisser Vorsichtsmaßnahmen gute Ergebnisse. Wie aus der Tabelle 2 ersichtlich ist, konnte nach der Veraschungsmethode in keiner der untersuchten Proben gehärteter Fette Nickel in wägbaren Mengen bestimmt werden; hingegen gelang es, in der nach dem genannten Ausschüttelungsverfahren behandelten Probe gehärteten Erdnußöls (Nr. 8) noch 1,8 mg Nickel, berechnet

[1]) Archiv für Hygiene Bd. 84 (1915), S. 54.
[2]) Chemiker Zeitung Bd. 38 (1914), S. 798.
[3]) Archiv für Hygiene Bd. 84. (1915), S. 121.
[4]) Zeitschrift für angewandte Chemie Bd. 20 (1907), S. 834 u. Bd. 27 (1914), S. 315.
[5]) a. a. O.

auf 1 kg Fett, zu ermitteln. Die bei den Proben Nr. 4 und 9 in Form von Nickelsulfat zugesetzten Mengen Nickel (1,05 mg auf 200 g Fett) wurden nach dem Ausschüttelungsverfahren quantitativ wiedergefunden, nicht aber nach dem Veraschungsverfahren. Der Vergleichsversuch Nr. 4 zeigt außerdem deutlich den Verlust an Nickel beim Veraschen der Fette. Bei einem Zusatz von 1,05 mg Nickel als Nickelsulfat zu 200 g gehärtetem Baumwollsamenöl wurde beim Behandeln der Asche mit Salzsäure kein wägbarer Niederschlag erhalten und beim Behandeln der Asche mit Königswasser konnte nur etwa die Hälfte der zugesetzten Nickelmenge wiedergefunden werden. Danach dürften wohl die in der Literatur für den Nickelgehalt der gehärteten Fette angegebenen Werte, sofern sie nach dem Veraschungsverfahren bestimmt wurden, im allgemeinen als etwas zu niedrig anzusehen sein.

Tabelle 2. Zusammenstellung des Nickelgehalts der untersuchten gehärteten Fettproben.

Bezeichnung u. Herkunft der Fettproben [1]	Zugesetzte Menge Nickel als Nickelsulfatlösung	Qualitativer Nachweis nach Fr. Prall [2] Einwage von 100 g Fett Veraschung	Gewichtsanalytisch bestimmte Mengen Nickel	
			nach dem Veraschungsverfahren Einwage 200 Fett	nach dem Ausschüttelungsverfahren Einwage 200 g Fett
1. Flüssiges Baumwollsamenöl — Bremen	—	sehr schwach positiv	—	—
2. Gehärtetes Baumwollsamenöl - Bremen filtriet, noch nicht mit Wasserdämpfen behandelt, vom 2. Dez. 1913	—	deutlich positiv	Kein wägbarer Niederschlag	—
3. Desgl. mit Wasserdämpfen behandelt	—	schwach positiv	Kein wägbarer Niederschlag	Kein wägbarer Niederschlag
4. Desgl.	1,05 mg Nickel	stark positiv	Kein wägbarer Niederschlag Nach Aufnahme des Aschenrückstandes in Königswasser wurden 0,65 mg Nickel gefunden	Gefunden 1,1 mg Nickel
5. Gehärtetes Baumwollsamenöl-Bremen vom 20. Februar 1914	—	—	Kein wägbarer Niederschlag	—
6. Desgl. a. Braunschweig, Brebesol I	—	deutlich positiv	Kein wägbarer Niederschlag	—
7. Desgl. Brebesol II	—	—	Kein wägbarer Niederschlag	Kein wägbarer Niederschlag
8. Gehärtetes Erdnußöl-Bremen	—	—	Kein wägbarer Niederschlag	0,36 mg Nickel, entsprechend 1,8 mg Ni in 1 kg Fett
9. Desgl.	1,05 mg Nickel	—	—	Gef. 1,47 mg Nickel (berechnet 1,41 mg Nickel, vgl. Pr. Nr. 8)
10. Gehärtetes Leinöl-Altona	—	—	—	Kein wägbarer Niederschlag
11. 6 verschiedene Proben gehärteten Trans	—	—	—	Kein wägbarer Niederschlag

[1]) Vergl. Tabelle 1.

[2]) Vergl. Zeitschrift für angewandte Chemie, Jahrgang 28 (1915), S. 40.

In den ebenfalls untersuchten 6 Proben gehärteten Trans konnte Nickel nach dem Ausschüttelungsverfahren in gewichtsanalytisch bestimmbaren Mengen nicht nachgewiesen werden. Aus diesen chemischen Untersuchungen geht hervor, daß es der Technik möglich ist, durch sorgfältige Entfernung des Nickelkatalysators und auch wohl der übrigen sonst zur Härtung angewandten Metallkatalysatoren, wie Platin, Palladium usw., die gehärteten Fette nahezu oder völlig metallfrei herzustellen.

B. Nachweis und Bestimmung von Arsen.

Nach verschiedenen vergeblichen Versuchen, das Fett in geeigneter Weise zu zerstören oder zu behandeln, ohne daß etwa vorhandene Spuren von Arsen verloren gehen, wurde der Nachweis von Arsen in gehärteten Fettproben in Anlehnung an ein Verfahren von Lockemann[1]) zum Nachweis geringer Spuren Arsen in organischen Substanzen in folgender Weise ausgeführt.

25 g des gehärteten Fettes werden in einer Porzellanschale auf dem Wasserbade erwärmt; sodann werden dem geschmolzenen Fette unter Umrühren allmählich tropfenweise 20 ccm einer Mischung von 10 Teilen rauchender Salpetersäure und 1 Teil konzentrierter Schwefelsäure hinzugegeben. Nach längerem Erwärmen auf dem Wasserbade wird darauf der Fettrückstand mit 30 g gepulvertem Kalium-Natriumnitrat (zu gleichen Teilen) gemischt und die Mischung messerspitzenweise in eine Platinschale eingetragen, in der zuvor 5 g Kalium-Natriumnitrat bis zum Schmelzen erhitzt wurden. Nach dem Verbrennen des Fettes wird noch kurze Zeit stark erhitzt, und die Schmelze in etwa 200 g Wasser aufgenommen. Die Lösung wird mit verdünnter 10%iger Schwefelsäure (etwa 100 g) angesäuert und, nachdem Kohlensäure und salpetrige Säure durch Erwärmen ausgetrieben sind, filtriert. Zu dem Filtrat werden 10 ccm Normal-Aluminiumsulfatlösung (11,12 g $Al_2(SO_4)_3 + 18\ H_2O$ in 100 ccm Wasser) und soviel Ammoniak gegeben, daß die Flüssigkeit dauernd danach riecht; sodann wird eine halbe Stunde auf dem Wasserbad erwärmt und heiß filtriert. Der Niederschlag wird mit ammoniakalischem Wasser ausgewaschen und das Filtrat nach dem Ansäuern mit Schwefelsäure nochmals mit Aluminiumsulfat und Ammoniak behandelt.

Die vereinigten Niederschläge werden mit etwa 35 ccm 10%iger Schwefelsäure unter Zusatz von etwas Wasser in einer Porzellanschale auf dem Wasserbade erwärmt, bis mit Diphenylamin keine Salpetersäure mehr nachweisbar ist. Sodann werden noch 10 g konzentrierter Schwefelsäure und soviel Wasser zugegeben, daß das Gewicht der Lösung etwa 50 g beträgt. Diese Lösung wird nach Polenske[2]) im Marsh'schen Apparat auf Arsen geprüft.

In keiner der im Gesundheitsamt untersuchten und für den menschlichen Genuß bestimmten Proben gehärteter Fette konnte nach diesem Verfahren Arsen nachgewiesen werden (vgl. Tabelle 3). Bei einem Vergleichsversuch mit Baumwollsamenöl, dem auf 25 g Öl 0,33 mg arsenige Säure (= 0,25 mg Arsen, As) zugesetzt waren, wurde ein deutlicher Arsenspiegel im Marsh'schen Apparat beobachtet; desgleichen

[1]) Vgl. Gadamer, Lehrbuch der chemischen Toxikologie, 1909, S. 158.
[2]) Arbeiten aus dem Reichsgesundheitsamt, Bd. 5 (1889), S. 357.

wurden in einem aus Bremen stammenden, mit Öl vermischten Nickelkatalysator und in einer Probe gehärteten Baumwollsamenöls derselben Herkunft, das noch mit dem Katalysator vermischt, also weder filtriert, noch mit Wasserdämpfen oder Luft gereinigt war, Spuren von Arsen deutlich nachgewiesen. Süßmann[1]), der 5 g gehärtetes Fett „mit konzentrierter Schwefelsäure und rauchender Salpetersäure mineralisierte", konnte weder in dem Fett, noch in dem von ihm untersuchten Nickelkatalysator Arsen nachweisen.

Es war daher bei den gehärteten Speisefettproben mit einem Arsengehalt allenfalls zu rechnen, der praktisch als belanglos anzusehen war. Diese Annahme wurde von Beck und Merres[2]) bestätigt, die in einigen der erwähnten Fettproben (vgl. Tabelle 3) den Arsengehalt nach der von ihnen abgeänderten Methode von Smith

Tabelle 3. Zusammenstellung des Arsengehaltes der untersuchten gehärteten Fettproben.

Bezeichnung und Herkunft der Fettproben	Qualitativer Arsennachweis			Quantitativer Arsennachweis nach d. modifizierten Smith'schen Verfahren		
	Angewandte Menge Fett	Zugesetzte Arsenmenge (Arsenige Säure)	Nach Lockemann-Polenske im Marsh'schen Apparate	Angewandte Menge Fett	Gefundene Menge arseniger Säure (A_2O_3) in Mikromilligramm (1/1000 mg)	berechnet auf 1 kg Fett in Milligramm
1. Flüssiges Baumwollsamenöl — Bremen	25 g	0,33 mg As_2O_3 = 0,25 mg As	deutlicher Arsenspiegel	100 g	5 bis 10	0,05 bis 0,1 mg As_2O_3 = 0,038 bis 0,076 mg As
2. Gehärtetes Baumwollsamenöl - Bremen vom 2. Dezember 1913	25 g	—	Kein Arsenspiegel	100 g	5 bis 10	Desgl.
3. Gehärtetes Baumwollsamenöl - Bremen vom 20. Februar 1914	25 g	—	Kein Arsenspiegel	—	—	—
4. Gehärtetes Erdnußöl	—	—	—	100 g	10	0,1 mg As_2O_3 = 0,076 mg As
5. Gehärtetes Leinöl	—	—	—	50 g	5 bis 10	0,1 bis 0,2 mg As_2O_3 = 0,076 bis 0,152 mg As
6. Gehärtetes Baumwollsamenöl - Bremen, v. 2. Dez. 1913, nicht filtriert, noch Katalysator enthalt.	10 g	—	Deutlicher, aber schwacher Arsenspiegel	25 g	höchstens 15	0,6 mg As_2O_3 = 0,456 mg As
7. Katalysator mit Öl vermischt	10 g	—	Deutlicher Arsenspiegel, schätzungsw. 0,03 mg As	5 g	10	2,0 mg As_2O_3 = 1,52 mg As

[1]) a. a. O.
[2]) Arbeiten aus dem Reichsgesundheitsamt, Bd. 50 (1915), S. 38.

auf kolorimetrischem Wege quantitativ bestimmten. Die hierbei gefundenen Mengen Arsen waren jedoch so gering, wie sie von Natur aus in vielen Lebensmitteln vorkommen und auch in dem einen als Ausgangsmaterial benutzten Baumwollsamenöl nachgewiesen wurden. Es handelte sich hierbei (vgl. Tabelle 8) um Mengen zwischen etwa 0,04 bis 0,15 mg Arsen (As), auf 1 kg Fett berechnet. Das nicht filtrierte noch katalysatorhaltige, gehärtete Baumwollsamenöl enthielt 0,45 mg As, der Katalysator 1,5 mg Arsen in einem kg.

Diese Untersuchungen lassen erkennen, daß die gehärteten Fette bei sorgfältiger Entfernung des Nickelkatalysators, wenn letzterer auch Spuren Arsen enthalten sollte, und bei Anwendung möglichst reinen Wasserstoffs so gut wie völlig arsenfrei hergestellt werden können.

Nach E. Rost[1]) ist von gehärteten Speisefetten, die hinsichtlich eines Nickel- und Arsengehalts den Reinheitsgrad der untersuchten Proben zeigen, eine gesundheitliche Schädigung nicht zu erwarten.

Schlußfolgerungen.

1. Die untersuchten Proben gehärteter Fette, die für den menschlichen Genuß bestimmt waren, zeigten hinsichtlich ihrer äußeren Beschaffenheit und Zusammensetzung keine nennenswerten Unterschiede gegenüber den sonst gebräuchlichen Speisefetten. Sie erwiesen sich als gut brauchbare Speisefette.

2. Für den Nachweis und die Bestimmung des Nickels in gehärteten Fettproben ist das angegebene Ausschüttelungsverfahren dem bisher üblichen Veraschungsverfahren vorzuziehen.

3. Für den Nachweis von Arsen in Fetten ist das vorgeschlagene Verfahren zweckmäßig. Für die quantitative Bestimmung des Arsengehaltes ist das von Beck und Merres[2]) abgeänderte sog. Smith'sche Verfahren zu empfehlen.

4. Der Nickel- und Arsengehalt der untersuchten Fettproben war so gering, daß er praktisch als belanglos angesehen werden kann.

Die vorstehenden Untersuchungen wurden im Chemischen Laboratorium des Reichsgesundheitsamts ausgeführt und waren zum Teil vor Beginn des Weltkrieges, zum Teil schon im ersten Kriegsjahr 1915 abgeschlossen; sie konnten jedoch aus äußeren Gründen bisher nicht veröffentlicht werden.

Berlin, im März 1919.

---

[1]) a. a. O.
[2]) a. a. O.

Über die Bestimmung kleiner Mengen salpetrigsaurer Salze, besonders in Pökelfleisch.

Von

Regierungsrat **Dr. Friedrich Auerbach,** und **Dr. Gustav Rieß,**
Mitglied des Reichsgesundheitsamts — Ständigem Mitarbeiter im Reichsgesundheitsamt.

Anlaß der Untersuchung.

Durch zwei neuere Bundesratsverordnungen[1]) ist es aus gesundheitlichen Gründen verboten worden, salpetrigsaure Salze oder Stoffe, die solche enthalten, bei der gewerbsmäßigen Zubereitung von Fleisch (auch von Wurst) anzuwenden, derartig zubereitetes Fleisch aus dem Auslande einzuführen, feilzuhalten, zu verkaufen oder sonst in Verkehr zu bringen. Dadurch erwächst für den Nahrungsmittelchemiker die Aufgabe, an Fleischproben zu ermitteln, ob bei ihrer Zubereitung salpetrigsaure Salze verwendet worden sind.

Diese Aufgabe bietet gewisse Schwierigkeiten. Es genügt nicht, den Nachweis zu führen, daß Nitrite in der vorliegenden Fleischprobe vorhanden sind, denn diese können unter Umständen auch infolge einer erlaubten Behandlung des Fleisches mit Salpeter entstanden sein. Man muß also die Nitrite ihrer Menge nach bestimmen und daraus zu folgern versuchen, ob sie nur durch Reduktion aus Nitraten entstanden sind oder ob tatsächlich eine verbotene Anwendung salpetrigsaurer Salze als solcher stattgefunden hat. Wie weit es möglich ist, derartige Schlüsse zu ziehen, wird weiter unten erörtert werden. Zunächst kam es darauf an, ein Verfahren zur möglichst

---

[1]) betr. gesundheitsschädliche und täuschende Zusätze zu Fleisch und dessen Zubereitungen, und betr. Ergänzung der Ausführungsbestimmungen D zum Schlachtvieh- und Fleischbeschaugesetze, beide vom 14. Dez. 1916 (Reichs-Gesetzbl. S. 1359, Zentralbl. f. d. Deutsche Reich S. 532, Veröff. d. Kais. Gesundheitsamts 1917 S. 28).



genauen Bestimmung kleiner Mengen salpetrigsaurer Salze in Fleischwaren auszuarbeiten, Mengen, die erfahrungsgemäß in 10 g Fleisch nur wenige Milligramme oder Bruchteile eines Milligramms betragen.

Verfahren der Nitritbestimmung.

Von den Verfahren zur quantitativen Bestimmung von salpetriger Säure und Nitriten, die bisher hauptsächlich bei der Untersuchung von Trinkwasser Anwendung gefunden haben[1]), kommen bei so kleinen Mengen naturgemäß die colorimetrischen in Betracht, die auf die außerordentliche Empfindlichkeit gewisser Farbenreaktionen der salpetrigen Säure gegründet sind. Unter diesen waren solche Reaktionen zu bevorzugen, die ausschließlich mit salpetriger Säure eintreten, nicht aber, wie z. B. die Jodausscheidung aus Jodiden, auch durch andere Oxydationsmittel hervorgerufen werden. So bot sich in erster Linie die viel benutzte Reaktion mit m-Phenylendiamin dar, das nach der Entdeckung von P. Grieß[2]) mit salpetriger Säure einen Azofarbstoff (Bismarckbraun, Phenylenbraun, Vesuvin) bildet. Die entstehende gelbe Färbung ist nach C. Preuße und F. Tiemann[3]), die das darauf gegründete Bestimmungsverfahren ausarbeiteten, noch in Lösungen merklich, die nur 0,03 mg N_2O_3 in 1 Liter Wasser enthalten.

Nach Preuße und Tiemann, deren Arbeitsvorschrift in den verflossenen 40 Jahren kaum geändert worden ist, verwendet man eine 0,5 %ige Lösung von m-Phenylendiamin (mit etwas überschüssiger verdünnter Schwefelsäure); 100 ccm der zu prüfenden Lösung werden mit 1 ccm verdünnter Schwefelsäure und mit 1 ccm des Reagens versetzt. Färbt sich die Lösung sofort rot, so ist der Nitritgehalt zu hoch, und der Versuch muß mit einer passend verdünnten Lösung wiederholt werden. Die allmählich auftretende Färbung der Lösung wird mit den Färbungen verglichen, die möglichst gleichzeitig und in gleicher Weise angesetzte Reaktionsgemische aus bekannten Mengen von Alkalinitrit annehmen.

Da wir zur Ermittelung etwa erforderlicher Grenzzahlen auf möglichst genaue Bestimmung des Nitritgehaltes Wert legten, so erschien der nur qualitative Vergleich der Färbungen mit solchen bei bekannten Nitritmengen nicht ausreichend. Denn wird nach diesem Verfahren z. B. die Färbung der Lösung zwischen denen liegend gefunden, die durch 0,2 und 0,3 mg $NaNO_2$ hervorgerufen werden, so müßte man neue Vergleichsproben, etwa mit 0,25 mg $NaNO_2$, gleichzeitig aber auch die Reaktion mit der zu prüfenden Lösung nochmals ansetzen, weil ja die Färbung zeitlich veränderlich ist. Dieser mühsame Weg konnte ohne weiteres vermieden werden, wenn man den Vergleich der Färbungen quantitativ durchführte, d. h. im Colorimeter feststellte, in welchem Maße sich die Färbung der zu prüfenden Lösung von einer oder mehreren Vergleichslösungen unterschied, um danach ihren genauen Nitritgehalt zu berechnen.

---

[1]) vgl. z. B. König, Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel, 4. Aufl., Bd. III, 3, S. 494.

[2]) Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch. 11, 624 (1878).

[3]) ebenda S. 627.

Quantitative Colorimetrie mit m-Phenylendiamin.

Der colorimetrische Vergleich hat zur Voraussetzung, daß für den bei der Reaktion entstehenden Farbstoff Konzentration und Schichtdicke gleichwertig sind, daß also eine doppelt so konzentrierte Lösung bei der Durchsicht in halber Schichtdicke die gleiche Färbung zeigt, wie eine Lösung der einfachen Konzentration in einfacher Schichtdicke; mit andern Worten, daß das Gesetz von Beer erfüllt ist, wonach bei gleicher Farbstärke die Schichtdicke der Konzentration umgekehrt proportional sein soll. (Eine strenge Geltung des Beerschen Gesetzes ist übrigens aus theoretischen Gründen nur bei Anwendung von Licht einer einzelnen Wellenlänge zu erwarten[1]), doch liegen die durch heterogenes, z. B. weißes Licht hervorgerufenen Abweichungen meist unterhalb der Meßgenauigkeit der Colorimeter.)

Die Prüfung ergab nun überraschenderweise, daß für die Färbung von salpetriger Säure mit m-Phenylendiamin unter Anwendung der gewöhnlich benutzten Reaktionsgemische das Gesetz von Beer nicht gilt, und zwar sind gerade bei den für die analytischen Zwecke in Betracht kommenden verdünntesten Lösungen die Abweichungen am größten.

Für die Versuche wurde reines Natriumnitrit (D.A.B. V. von Kahlbaum) benutzt, dessen Reingehalt mittels Kaliumpermanganat in üblicher Weise festgestellt wurde: Etwa 2 g des Salzes wurden genau abgewogen, in Wasser zu 1 Liter gelöst, die Lösung in eine Bürette gegeben und aus der Bürette zu abgemessenen Mengen einer 0,05 n $KMnO_4$-Lösung, die mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert war, bis zur Entfärbung hinzugefügt. Der so gefundene Reingehalt (98,66 % $NaNO_2$) wurde bei der Herstellung der Nitritlösung berücksichtigt. Die wässerigen Lösungen von Natriumnitrit sind in sehr verdünntem Zustande an der Luft nicht haltbar; eine Lösung von 0,75 : 100000 verringerte ihren Nitritgehalt innerhalb zweier Tage auf 90 % des Anfangswertes, während bei einer Lösung von 1 : 1000 in diesem Zeitraum eine Zersetzung noch nicht nachzuweisen war. Zur Sicherheit wurden Lösungen von 1 : 100 hergestellt, gut verschlossen aufbewahrt und erst kurz vor den Versuchen auf das hundertfache verdünnt. Von der verdünnten Lösung entsprach dann jeder ccm 0,1 mg $NaNO_2$, so daß unter Anwendung einer Meßpipette bequem Hundertelmilligramme $NaNO_2$ abgemessen und in die Versuchslösung gebracht werden konnten.

Zur Herstellung der m-Phenylendiaminlösung wurden 0,5 g m-Phenylendiaminchlorhydrat in Wasser gelöst und nach Zusatz einiger Tropfen verdünnter Schwefelsäure auf 100 ccm gebracht.

Je 1 ccm dieser Lösung und 1 ccm verdünnter (25 %iger) Schwefelsäure wurden zu je 50 ccm der Nitritlösung gegeben und die nach einiger Zeit auftretenden Färbungen beobachtet. Da die Färbung allmählich zunimmt, können nur Lösungen verglichen werden, bei denen die gleiche Zeit seit der Mischung verstrichen ist, und auch dann besteht für Lösungen verschiedenen Gehalts keine Gewähr, daß die Reaktion verhältnismäßig gleich weit vorgeschritten ist. Es erschien daher nicht zweckmäßig, wie Preuße und Tiemann dies vorgeschlagen hatten, die Beobachtung der

---

[1]) vgl. z. B. E. Baur, Kurzer Abriß der Spektroskopie und Colorimetrie. Leipzig 1907, S. 89.

Färbung alsbald vorzunehmen und 20 bis 25 Minuten nach der Mischung fortzusetzen; denn gerade in der ersten halben Stunde nimmt die Färbung verhältnismäßig rasch zu. Besser war es, den Vergleich überhaupt erst zu einer Zeit auszuführen, wo die Farbstärke ihren Höchstwert erreicht hat oder wenigstens nicht mehr weit davon entfernt ist und sich daher nur noch sehr langsam ändert, so daß Unterschiede in der Reaktionsdauer keine Rolle mehr spielen.

Der Versuch zeigte, daß auch nach einstündigem Stehen das Maximum der Färbung noch nicht erreicht ist; eine Lösung mit 0,38 mg $NaNO_2$ in 50 ccm zeigte nach einer Stunde nur 88 % derjenigen Farbstärke (an der Schichthöhe gemessen), die eine gleiche Lösung nach 24 Stunden angenommen hatte. Auch nach einer Reaktionsdauer von $4^1/_2$ Stunden war in einer Reihe von Lösungen verschiedenen Gehaltes die Farbstärke noch nicht die gleiche wie nach 24 Stunden. Anderseits war bei längerem als 24 stündigem Stehen (nach 50 Stunden) keinesfalls mehr eine Zunahme der Färbung, in einzelnen Fällen sogar eine geringe Abnahme bemerkbar, die aber fast innerhalb der Fehlergrenzen fiel.

Danach empfiehlt es sich, die gefärbten Lösungen über Nacht stehen zu lassen und erst am nächsten Tage zu vergleichen. In diesem Falle kommt es dann nicht mehr darauf an, daß die zu vergleichenden Mischungen genau zu gleicher Zeit hergestellt worden sind. Ein längeres Stehen, etwa über Sonntag, wird keinen merklichen Fehler verursachen, während anderseits Mischungen, die unmittelbar nacheinander angesetzt worden sind, auch schon nach einigen Stunden ohne wesentlichen Fehler verglichen werden können.

Als Colorimeter benutzten wir ein solches nach Duboscq, bei dem die Schichthöhen der beiden zu vergleichenden, in zylindrischen Glasgefäßen befindlichen Lösungen durch Eintauchen zweier engerer Hohlzylinder unabhängig voneinander geändert werden können; die Glasplättchen, welche die (oben offenen) Tauchkörper unten abschließen, bilden die obere Begrenzung der von unten durch einen Spiegel durchstrahlten Schichten der Lösungen, deren Farbenbilder im gemeinsamen Okular als zwei mit dem Durchmesser aneinanderstoßende Halbkreise erscheinen. Die Eintauchtiefe wird durch Zahntriebe geregelt und an zwei messingenen Millimeterskalen mit Nonius abgelesen. Natürlich können auch andere Colorimeterarten benutzt werden, das gewählte hat den Vorzug, an denselben Lösungsproben bequem größere Reihen von Beobachtungen durch wiederholte Verschiebungen auf beiden Seiten zu gestatten. Für genaue Messungen müssen alle Fehlerquellen sorgfältig vermieden werden. Dazu gehört vor allem, daß das zur Beleuchtung dienende zerstreute Tageslicht die beiden Seiten des Colorimeters ganz gleichmäßig trifft und nicht durch Schatten (etwa des Fensterkreuzes) oder durch Reflexion farbigen Lichtes (etwa von gegenüber liegenden Hauswänden) beeinträchtigt wird. Man überzeugt sich hiervon und gleichzeitig von der gleichmäßigen Durchlässigkeit der Glasteile auf beiden Seiten des Gerätes durch Beobachtung des leeren Colorimeters, wobei die Hälften des Gesichtsfeldes keinen Helligkeitsunterschied zeigen dürfen. (Bei künstlicher Beleuchtung ist die Gleichmäßigkeit viel schwieriger zu erreichen, auch wenn man Mattscheiben einschaltet.) Weiter muß noch geprüft werden, ob die Skalen die Schichthöhen auf beiden Seiten

gleichmäßig angeben oder Fehler enthalten; hierzu füllt man ein und dieselbe farbige Lösung in beide Gefäße und prüft an verschiedenen, aber auf beiden Seiten gleichen Skalenstellen auf gleiche Helligkeit der Gesichtsfeldhälften. Kleine Abweichungen, die sich hierbei zeigen sollten, werden bei den späteren Messungen am besten dadurch ausgeglichen, daß man jede Messungsreihe doppelt ausführt, wobei das einemal die zu untersuchende Lösung links, die Vergleichslösung rechts in das Gerät gebracht wird, das anderemal umgekehrt. Dieses Vertauschen der Lösungen haben wir zur Ausschaltung aller etwaigen Beleuchtungs- und Gerätfehler bei unseren sämtlichen Messungen angewandt.

Eine Lösung unbekannten Gehalts A wurde verglichen mit einer Lösung B, die in 50 ccm 0,25 mg $NaNO_2$ enthielt. Zunächst wurde A links und B rechts in das Gerät gebracht; bei den angegebenen Schichthöhen von B waren zur Erzielung der Gleichheit der beiden Hälften des Gesichtsfeldes die angegebenen Einstellungen von A erforderlich. Nach Vertauschen der beiden Lösungen im Gerät waren für die angegebenen Schichthöhen von A zur Erzielung der Farbengleichheit die angegebenen Einstellungen von B erforderlich.

A mm Einzelablesungen	A mm Mittel	B mm	Verhältnis der Schichthöhen B : A
27,4 27,5 27,8 28,0 27,2 26,0	27,3	20,0	73,3 %
20,1 20,0 21,2 21,2 21,0 21,4	20,8	15,0	72,1 %

B mm Einzelablesungen	B mm Mittel	A mm	Verhältnis der Schichthöhen B : A
15,0 14,0 15,0 15,0 15,2 14,8	14,8	20,0	74,0 %
11,7 11,0 11,4 11,0 11,2 10,8	11,2	15,0	74,7 %
		Mittel	73,5 %

Danach ergibt sich unter der Voraussetzung der Gültigkeit des Beerschen Gesetzes der Gehalt der Lösung A zu $0,735 \times 0,25 = 0,184$ mg $NaNO_2$, wobei die letzte Desimale unsicher ist.

Schließlich ist es zur Erreichung möglichster Genauigkeit erforderlich, als Vergleichslösungen nur solche zu benutzen, deren Farbstärke sich von der der zu prüfenden Lösung nicht allzuweit entfernt, so daß das Verhältnis der Schichthöhen bei Farbengleichheit nicht größer als 3 : 2 oder höchstens 2 : 1 wird, weil andernfalls die unvermeidlichen Beobachtungsfehler zu sehr ins Gewicht fallen. Wir prüften stets bei mehreren Schichthöhen der einen Lösung, und zwar bei jeder in einer Reihe von unabhängigen Ablesungen, wobei man den Gleichheitspunkt bald von unten, bald von oben zu erreichen suchte, und wiederholten dies Verfahren nach Vertauschen der beiden Lösungen. Zwischen den einzelnen Ablesungen muß das Auge stets etwas ausgeruht werden. Als Beispiel für das Messungsverfahren ist ein Versuch mit sämtlichen Beobachtungen vorstehend (Seite 536) wiedergegeben.

Abweichungen vom Beerschen Gesetz.

Zur Prüfung des Beerschen Gesetzes wurde nun eine Reihe von Lösungen, die in 50 ccm 0,1—0,2—0,3—0,4—0,5 mg $NaNO_2$ enthielten, in der angegebenen Weise mit den erforderlichen Reagentien versetzt und am nächsten Tage colorimetrisch verglichen. Bei der Berechnung ergab sich in den Lösungen von

0,1 mg	beim Vergleich	mit	0,2 mg	nur	0,063 mg	= 63 %
0,2 „	„	„	0,3 „	„	0,148 „	= 74 %
0,3 „	„	„	0,4 „	„	0,252 „	= 84 %
0,4 „	„	„	0,5 „	„	0,350 „	= 87 %

der wahren Menge. Diese Ergebnisse zeigten, daß das Gesetz von Beer für die hier angewandten gefärbten Lösungen nicht gilt, und zwar um so weniger, je verdünnter die Lösungen sind. In den verdünntesten Lösungen ist die Färbung viel heller, als nach dem Verhältnis der Konzentrationen zu erwarten wäre.

Da die gefundenen Abweichungen unter Einhaltung der gleichen Versuchsbedingungen verhältnismäßig gut reproduzierbar waren, hätte man daran denken können, sich damit abzufinden und unter Benutzung von Tabellen oder Diagrammen jeweils die scheinbaren Nitritgehalte in die wahren umzurechnen. Dem standen aber ernste Bedenken entgegen. Starke Abweichungen von Beers Gesetz lassen mit großer Wahrscheinlichkeit darauf schließen, daß in den verschieden konzentrierten Lösungen nicht einfach derselbe Farbstoff in verschiedenen Konzentrationen vorliegt, sondern daß beim Verdünnen oder Konzentrieren chemische Vorgänge, die mit einer Farbenänderung verknüpft sind, eintreten, oder daß je nach der Konzentration der ursprünglichen Lösung die Farbenreaktion verschieden verläuft, z. B. Gemische mehrerer gefärbter Stoffe in wechselndem Verhältnis entstehen. Dann war aber zu befürchten, daß geringe Änderungen der Bedingungen, wie sie bei der praktischen Anwendung des Analysenverfahrens in Rücksicht gezogen werden müssen, auch die Färbung beeinflussen und damit die Verwertung der colorimetrischen Ergebnisse vereiteln würden.

Einfluß von Chloriden auf die Farbenreaktion.

In der Tat zeigte sich ein solcher Einfluß, und zwar in stärkstem Grade, bei Gegenwart von Kochsalz, das ja bei der Untersuchung von Pökelfleisch stets in die

zu prüfende Lösung gelangt. Eine Lösung von 0,25-mg $NaNO_2$ in 50 ccm Wasser wurde teils ohne Kochsalz, teils mit 0,1—0,2—0,5—1,0—1,2 g NaCl der Farbenreaktion durch Zusatz von 1 ccm der m-Phenylendiaminlösung und 1 ccm verdünnter Schwefelsäure unterworfen; der Vergleich der Färbungen zeigte schon nach kurzer Zeit, noch deutlicher am nächsten Tage die größten Unterschiede: die kochsalzfreie Lösung war stark gelbrot, die kochsalzhaltigen waren rein gelb und zwar mit zunehmendem Salzgehalte immer schwächer gelb. Dabei handelt es sich um einen spezifischen Einfluß der Chloride, nicht um eine allgemeine Salzwirkung; denn als genau die gleiche Versuchsreihe mit entwässertem Natriumsulfat an Stelle von Kochsalz angesetzt wurde, zeigte sich die Färbung bei der sulfatfreien und allen sulfathaltigen Lösungen gleich stark gelbrot. Anderseits trat eine gelbe statt einer gelbroten Färbung auch auf, wenn zum Ansäuern der Lösung an Stelle von 1 ccm 25%iger Schwefelsäure 1 ccm 25%iger Salzsäure benutzt wurde.

Wie sind nun diese Unterschiede zu erklären?

Grieß[1]) hatte angenommen, daß die Reaktion zwischen salpetriger Säure und m-Phenylendiamin auf der Bildung von Triamidoazobenzol beruhe:

$$H_2N\cdot C_6H_4\cdot NH_2 + NOOH + H_2N\cdot C_6H_4\cdot NH_2 \rightarrow H_2N\cdot C_6H_4\cdot N:N\cdot C_6H_3(NH_2)_2 + 2\,H_2O.$$

Dementsprechend faßte man auch das technisch nach dieser Reaktion hergestellte „Bismarckbraun“ als Triamidoazobenzol auf. Erst viele Jahre später wurde in einer Reihe von unabhängigen Untersuchungen[2]) festgestellt, daß m-Phenylendiamin und salpetrige Säure auch noch in anderer Weise aufeinander wirken, insbesondere nach der Gleichung:

$$H_2N\cdot C_6H_4\cdot NH_2 + 2\,NOOH + 2\,H_2N\cdot C_6H_4\cdot NH_2 \rightarrow C_6H_4\left\langle\begin{matrix}N:N\cdot C_6H_3(NH_2)_2\\ N:N\cdot C_6H_3(NH_2)_2\end{matrix}\right. + 4\,H_2O$$

und daß das so entstehende Benzol-m-disazo-m-phenylendiamin sogar der Hauptbestandteil des technischen Bismarckbraun ist, in dem Triamidoazobenzol — ein orangeroter, in Wasser mit rotgelber Farbe löslicher Farbstoff — nur in untergeordneter, wechselnder Menge vorhanden ist. Bei der Reaktion entstehen stets Gemische dieser beiden Farbstoffe (bei Überschuß an m-Phenylendiamin allerdings vorwiegend Triamidoazobenzol), unter gewissen Bedingungen daneben auch noch Nitroso-m-Phenylendiamin. Nach Täuber und Walder ist der Reaktionsverlauf in ganz außergewöhnlichem Maße von den Arbeitsbedingungen abhängig, insbesondere von der Menge der vorhandenen Salzsäure; ein Überschuß an Salzsäure führt in erheblichem Grade Nebenreaktionen herbei. Die verhältnismäßig beste Ausbeute an Triamidoazobenzol erhielten Möhlau und Meyer, als sie 2 Mol salzsaures m-Phenylendiamin mit 1 Mol $NaNO_2$ in Gegenwart von 3 Mol Natriumacetat in Wechselwirkung brachten.

Damit war die Aufklärung für die überraschende Unsicherheit der Farbenreaktion, besonders auch für den Einfluß der Salzsäure und des Kochsalzes (das ja in der schwefelsauren Lösung Salzsäure bildet) gegeben und gleichzeitig der Weg zur Behebung der Schwierigkeiten gezeigt.

---

[1]) Ber. d. Deutschen Chem. Gesellsch. 11, 624 (1878).

[2]) H. Küchle, Dissert. Heidelberg 1895; E. Täuber und F. Walder, Ber. d. Deutschen Chem. Gesellsch. 30, 2111, 2899 (1897); 33, 2116, 2897 (1900); R. Möhlau u. L. Meyer, ebenda 30, 2203 (1897).

Verbesserung der Farbenreaktion.

Da die Farbenreaktion zur Bestimmung kleinster, aber unbekannter Mengen salpetriger Säure dienen soll, mußte sie natürlich in diejenige Richtung gedrängt werden, die bei Überschuß an m-Phenylendiamin bevorzugt wird, d. h. die Bildung des rotgelben Triamidoazobenzols. Die Vorbedingung, daß der Überschuß an der Base unter allen Umständen ausreichend sein muß, hatten wir — bewußterweise — schon vorher erfüllt, indem wir 1 ccm der 0,5%igen m-Phenylendiaminlösung nicht, wie Preuße und Tiemann, zu 100 ccm, sondern zu nur 50 ccm der zu untersuchenden Lösungen zufügten. Da diese im Höchstfalle 0,5 mg $NaNO_2$ enthielten (bei dieser Konzentration war eine quantitative Bestimmung wegen der intensiven Färbung schon kaum noch durchführbar) und 1 Mol $NaNO_2$ (69) 2 Mol Diaminchlorhydrat (362) verbraucht, so war in dem zugefügten Reagens selbst im ungünstigsten Falle etwa das Doppelte der erforderlichen Menge an Diamin vorhanden.

Wichtiger aber war die Beseitigung des schädlichen Einflusses der Salzsäure. Hierzu benutzten wir (ebenso wie Möhlau und Meyer, aber unabhängig von diesen, deren Arbeit uns damals noch nicht bekannt war) Natriumacetat, das die freie Salzsäure in Essigsäure überführt. Um aus dem etwa vorhandenen Kochsalz gar nicht erst größere Mengen Salzsäure frei zu machen, säuerten wir die zu prüfende Lösung (ebenso wie das Reagens) nicht mit Schwefelsäure, sondern mit Essigsäure an. Auch an dieser Säure darf aber kein zu großer Überschuß vorhanden sein, weil sonst ebenfalls die Bildung von Triamidoazobenzol durch Nebenreaktionen beeinträchtigt zu werden scheint; eine mit etwas Natriumacetat versetzte Lösung von 0,25 mg $NaNO_2$ in 50 ccm Wasser ergab nach Zufügung von 1 ccm verdünnter Essigsäure mit dem Reagens eine gelbrote, bei 2 ccm der Essigsäure schon eine etwas abgeschwächte und bei 1 ccm Eisessig eine gelbe Färbung[1]).

Durch einige Versuche fanden wir es am zweckmäßigsten, auf 50 ccm der neutralen oder nur ganz schwach alkalischen Lösung (stärker alkalische Lösungen sind zunächst mit Essigsäure zu neutralisieren) 0,2 ccm einer 30%igen Essigsäure und 0,1 g Natriumacetat anzuwenden und das Reagens aus 0,5 g m-Phenylendiaminchlorhydrat mit 100 ccm Wasser und einigen Tropfen verdünnter Essigsäure herzustellen. Unter diesen Bedingungen ist ein schädlicher Einfluß von Kochsalz in den praktisch vorkommenden Konzentrationen nicht mehr zu befürchten. So wurden z. B. von 0,3 mg $NaNO_2$ im Vergleich zu einer kochsalzfreien Lösung wiedergefunden bei Gegenwart von 0,25 g NaCl 99,7%, bei Gegenwart von 0,5 g NaCl 98,2%. Mit höheren Kochsalzmengen wird praktisch, insbesondere bei der Untersuchung von selbst stark gesalzenem Pökelfleisch, nicht zu rechnen sein (bei der weiter unten beschriebenen Vorbereitung der Fleischproben zur Nitritbestimmung kommen auf 50 ccm der zu

---

[1]) Preuße und Tiemann hatten beobachtet, daß die Empfindlichkeit der Reaktion noch zunimmt, wenn man mit Essigsäure statt mit Schwefelsäure ansäuert; sie hatten aber den schwefelsauren Lösungen den Vorzug gegeben, weil in diesen Störungen durch kleine Mengen etwa vorhandener Eisensalze nicht auftreten. Da solche Störungen bei unseren Versuchen nicht zu befürchten waren, sind wir der Frage, inwieweit sie bei eisenhaltigen Wässern zu berücksichtigen wären, nicht nachgegangen.



prüfenden Lösung weniger als 2 g Fleisch), so daß bei Benutzung der neuen Reaktionsmischung jeder schädliche Einfluß des Kochsalzes ausgeschaltet ist. Trotzdem haben wir bei unseren späteren Analysen von Pökelfleisch den Vergleichslösungen, um sie den zu prüfenden Lösungen möglichst ähnlich zu machen, stets noch 0,25 g Kochsalz auf 50 ccm zugefügt, d. i. — ganz ungefähr — die auch in der zu prüfenden Lösung vorhandene Menge.

Aber auch die Abweichung vom Beerschen Gesetz war nun beseitigt, wie wiederholte Prüfungen ergaben.

So wurden in einer Versuchsreihe, bei der je 50 ccm neben 0,25 g NaCl a) 0,1 mg, b) 0,25 mg, c) 0,5 mg $NaNO_2$ enthielten, bei der colorimetrischen Bestimmung gefunden:

beim Vergleich von b mit a 0,248 mg statt 0,25 mg;
beim Vergleich von c mit b 0,498 mg statt 0,50 mg.

Verfahren der quantitativen colorimetrischen Nitritbestimmung.

Erst nun, als es durch geeignete Wahl der Reaktionsmischung gelungen war, die Farbenreaktion von Grieß in die ausschließliche oder wenigstens weit überwiegende Bildung eines einzigen Farbstoffes (des Triamidoazobenzols) zu lenken, kann diese Reaktion zur quantitativen colorimetrischen Nitritbestimmung empfohlen werden. Man hat dabei zweckmäßig folgendes Verfahren einzuschlagen.

Erforderliche Lösungen: 10 %ige Lösung von Natriumacetat;

30 %ige Essigsäure;

eine möglichst farblose Lösung von 0,5 g m-Phenylendiaminchlorhydrat in 100 ccm Wasser, denen einige Tropfen verdünnter Essigsäure zugefügt sind;

eine 1,000 % $NaNO_2$ enthaltende Lösung aus reinem Natriumnitrit, dessen in üblicher Weise mit $KMnO_4$ ermittelter Reingehalt bei der Herstellung der Lösung berücksichtigt ist; sie wird verschlossen aufbewahrt; kurz vor dem Gebrauch wird daraus durch hundertfache Verdünnung eine genau 0,01 %ige Lösung bereitet.

Verfahren: Die auf Nitrit zu untersuchende Lösung muß klar, farblos und neutral oder ganz schwach alkalisch sein; saure Lösungen sind durch Sodalösung, alkalische durch Essigsäure zu neutralisieren. Zu 50 ccm der zu prüfenden Lösung gibt man 1 ccm der Natriumacetatlösung, 0,2 ccm der Essigsäure und sodann 1 ccm der m-Phenylendiaminlösung. Je nach dem Nitritgehalt färbt sich die Lösung nach kürzerer oder längerer Zeit gelblich bis rötlich.

Zum Vergleich wird in gleichartigen Gefäßen eine Reihe von Lösungen hergestellt, die in je 50 ccm Wasser verschiedene Mengen $NaNO_2$, z. B. 0,05 — 0,1 — 0,2 — 0,3 mg, enthalten, indem man 0,5 — 1 — 2 — 3 ccm der 0,01 %igen Natriumnitritlösung genau abmißt und mit Wasser zu 50 ccm ergänzt. Ist die zu prüfende Lösung stark chloridhaltig, so versetzt man auch die Vergleichslösungen mit ungefähr entsprechenden Mengen NaCl.

Jede dieser Lösungen wird in gleicher Weise wie die zu prüfende Lösung und in möglichst kurzem Zeitabstande nach dieser mit der Natriumacetatlösung, der Essigsäure und der m-Phenylendiaminlösung versetzt.

Nach mehrstündigem Stehen — womöglich über Nacht — wird die Färbung der zu prüfenden Lösung mit denen der Vergleichsreihe verglichen und danach der Gehalt an Nitrit geschätzt. Zur genaueren Feststellung wird die Lösung mit einer oder zwei der ihr in der Farbe am nächsten kommenden Vergleichslösungen in einem Colorimeter verglichen und danach der Nitritgehalt berechnet. Zur Vermeidung von Fehlerquellen wird eine größere Reihe von Ablesungen, auch bei verschiedener Schichthöhe und auch nach Vertauschung der beiden Lösungen im Colorimeter, vorgenommen.

Bei zu starken Färbungen — in Lösungen, die in 50 ccm mehr als 0,3 mg $NaNO_2$ enthalten — ist der Farbenvergleich erschwert; in solchen Fällen wird die zu prüfende Lösung vor Anstellung der Reaktion entsprechend verdünnt.

Nitritbestimmung in Pökelfleisch.

Um das beschriebene Verfahren der colorimetrischen Bestimmung salpetrigsaurer Salze in reinen wässerigen Lösungen auch für die Bestimmung dieser Salze in Pökelfleisch nutzbar zu machen, war es zunächst notwendig, Versuche darüber anzustellen, ob und in welcher Weise es möglich ist, das salpetrigsaure Salz aus dem Pökelfleisch in eine für die colorimetrische Bestimmung brauchbare Lösung quantitativ überzuführen.

Durch Vorversuche wurde festgestellt, daß ein Auskochen des Fleisches mit schwach sodaalkalischem Wasser nicht in Frage kommen kann, da hierbei mit Verlusten an Nitrit zu rechnen ist. Beim Ausziehen des Fleisches bei gewöhnlicher Temperatur gehen aber in die wässerige Lösung Blutfarbstoffe und Eiweißstoffe mit über, die den Farbton der m-Phenylendiaminreaktion wesentlich beeinflussen und daher eine genaue colorimetrische Bestimmung des Nitrits unmöglich machen. Es galt daher zunächst, einen Weg zu finden, der es ermöglichte, den Fleischauszug von diesen störenden Stoffen zu befreien, insbesondere ihn farblos zu machen, ohne daß wesentliche Verluste an Nitrit hierbei entstehen.

Der Zusatz der üblichen Eiweißfällungsmittel, wie Ammoniumsulfat, Ferrocyankalium, Zinksulfat, zum Fleischauszug erwies sich für diese Zwecke nicht geeignet; hingegen wurde in der Verwendung einer kolloidalen Eisenhydroxydlösung, die durch Verdünnen von einem Raumteil dialysierter Eisenchloridlösung (Liquor ferri oxychlorati dialysati, Deutsches Arzneibuch 5. Ausgabe) mit drei Raumteilen Wasser hergestellt ist, ein gut brauchbares Mittel[1]) gefunden. Beim Zusammenbringen dieser Eisenlösung mit dem Fleischauszug werden die gelösten Eiweißstoffe gleichzeitig mit dem Eisenhydroxyd (wohl als Adsorptionsverbindungen) ausgefällt.

Um festzustellen, wie viel man von dieser Eisenlösung zusetzen muß, um ein farbloses Filtrat zu erhalten, wurden in mehreren Versuchsreihen je 75 ccm Fleischauszug mit 2,5 — 5 — 7,5 — 10 — 15 — 17 — 20 ccm dieser Eisenlösung allmählich tropfenweise unter Benutzung einer Bürette und unter ständigem Umrühren versetzt. Dieser vorsichtige Zusatz der Eisenlösung ist erforderlich, um ein Zusammenballen

[1]) Wir verdanken dieses Verfahren einem Vorschlag des Herrn Professor Rona vom Krankenhaus am Urban in Berlin.

des ausfallenden Eisenhydroxyds und dadurch bedingte Verluste an Nitrit zu vermeiden. Die Fleischauszüge wurden in der Weise hergestellt, daß je 10 g einer größeren Probe frischen, im Fleischwolf zerkleinerten, mit 10 % Kochsalz [1]) versetzten und gut durchgemischten Fleisches zunächst in einem Meßkolben von 200 ccm Inhalt mit etwa 150 ccm Wasser unter Umschütteln gemischt wurden. Zur Erzielung einer schwach alkalischen Reaktion wurden der Mischung etwa 6 Tropfen einer 25%igen Sodalösung zugesetzt; dies war für die spätere Nitritbestimmung erforderlich, um die vorzeitige Bildung der unbeständigen freien salpetrigen Säure unter allen Umständen zu verhindern. Nach $1^1/_2$stündigem Stehen bei Zimmertemperatur unter zeitweiligem Umschütteln wurde der Inhalt des Kolbens mit Wasser auf 200 ccm gebracht, nochmals umgeschüttelt und filtriert. Für 75 ccm des filtrierten Fleischauszugs zeigten sich mindestens 16 bis 17 ccm der Eisenlösung erforderlich, um ein vollkommen klares farbloses Filtrat zu erhalten. In der Folge wurden daher immer 20 ccm der Eisenlösung zu 75 ccm Fleischauszug verwandt und die Mischung dann mit Wasser auf 100 ccm gebracht, durchgeschüttelt und filtriert. 50 ccm dieses zweiten Filtrates entsprachen also $10 \cdot \frac{75}{200} \cdot \frac{50}{100} = 1{,}875$ g Fleisch.

Daß die durch den Zusatz der Eisenlösung gefällten Eiweißstoffe und das hierbei gleichzeitig ausgefällte Eisenhydroxyd das Volumen der Fleischlösung nicht merklich beeinflussen, wurde in folgender Weise durch Versuche festgestellt. Zu 50 ccm Fleischauszug, der, wie oben näher beschrieben, hergestellt war, gab man 10 ccm einer Kaliumsulfatlösung, die 0,500 g K_2SO_4 enthielten, behandelte die Mischung mit 20 ccm Eisenlösung und ergänzte das Volumen mit Wasser zu 100 ccm. In 50 ccm des Filtrates wurden durch Fällen mit Baryumchlorid in üblicher Weise 0,2499 g K_2SO_4 nachgewiesen. Bei einem Vergleichsversuch mit einer Lösung ohne Eisenbehandlung, die dieselbe Menge K_2SO_4 enthielt, wurden 0,2503 g K_2SO_4 gefunden. Danach ist das Volumen des Eisen-Eiweißniederschlages praktisch zu vernachlässigen.

Um nun festzustellen, wie groß etwaige Verluste an Nitrit sind, die durch die Behandlung reiner Nitritlösungen oder eines nitrithaltigen Fleischauszuges mit Eisenlösung, z. B. durch Adsorption, entstehen können, wurden nachstehende Versuche ausgeführt.

A. Abgemessene Mengen einer Nitritlösung, die in 1 ccm 0,1 mg $NaNO_2$ enthielt, und zwar Mengen von 2 — 5 — 10 ccm entsprechend 0,2 — 0,5 — 1,0 mg $NaNO_2$, wurden nach Zusatz von 0,5 g Kochsalz und 0,2 g Natriumacetat (vgl. S. 539) mit Wasser auf etwa 70 ccm gebracht, mit zwei Tropfen einer 25%igen Sodalösung schwach alkalisch gemacht und nach dem Zusatz von 20 ccm Eisenlösung mit Wasser zu 100 ccm ergänzt. Zu je 50 ccm der Filtrate, entsprechend I) 0,1, II) 0,25, III) 0,5 mg zugesetztem $NaNO_2$, wurden 0,2 ccm 30%ige Essigsäure und 1 ccm m-Phenylendiaminchlorhydratlösung (vgl. S. 540) gegeben. Zum Vergleich für die colorimetrische Bestimmung dienten nicht mit Eisen behandelte Lösungen, die 1) 0,1,

[1]) Unter der Annahme, daß Pökelfleisch im allgemeinen nicht mehr als 10% Kochsalz enthält.

2) 0,25, 3) 0,5 mg $NaNO_2$, im übrigen aber dieselben Zusätze enthielten. In Doppelversuchen wurden gefunden:

beim Vergleich von I mit 1 . .	0,0968 mg statt 0,1 mg	= 96,8 %
	0,0995 „ „ 0,1 „	= 99,5 %
beim Vergleich von II mit 2 . .	0,239 mg statt 0,25 mg	= 95,7 %
	0,242 „ „ 0,25 „	= 96,7 %
beim Vergleich von III mit 3 . .	0,485 mg statt 0,5 mg	= 96,9 %
	0,484 „ „ 0,5 „	= 96,7 %

der wahren Menge $NaNO_2$.

Danach ist bei der Behandlung reiner Nitritlösungen der angegebenen Konzentration mit kolloidaler Eisenlösung unter den angewandten Verhältnissen mit einem Verluste an Nitrit von höchstens 3 bis 5 % der Gesamtmenge zu rechnen.

B. Bei entsprechenden Versuchen mit Fleischauszügen waren die Verluste an Nitrit nicht wesentlich höher. Die Fleischauszüge aus je 10 g Fleisch wurden in der geschilderten Weise hergestellt. Die Nitritmengen, und zwar in derselben Höhe, wie bei Versuchsreihe A, wurden bei dem einen Versuche a) dem Fleisch vor dem Ausziehen mit Wasser, bei dem anderen Versuche b) dem ersten Filtrat des Fleischauszuges zugegeben, im übrigen wurde in derselben Weise wie unter A verfahren.

Es wurden gefunden:

Versuch a)

beim Vergleich von I mit 1 . .	0,0924 mg statt 0,1 mg	= 92,4 %
	0,0934 „ „ 0,1 „	= 93,4 %
beim Vergleich von II mit 2 . .	0,244 mg statt 0,25 mg	= 97,6 %
	0,238 „ „ 0,25 „	= 95,2 %
beim Vergleich von III mit 3 . .	0,487 mg statt 0,5 mg	= 97,4 %
	Mittel	95,2 %

Versuch b)

beim Vergleich von I mit 1 . .	0,0935 mg statt 0,1 mg	= 93,5 %
	0,0977 „ „ 0,1 „	= 97,7 %
beim Vergleich von II mit 2 . .	0,232 mg statt 0,25 mg	= 92,8 %
	0,239 „ „ 0,25 „	= 95,6 %
beim Vergleich von III mit 3 . .	0,467 mg statt 0,5 mg	= 93,4 %
	0,499 „ „ 0,5 „	= 99,8 %
	Mittel	95,5 %

der wahren Menge $NaNO_2$.

Die Versuche zeigen, daß weder das Fleisch selbst, noch die im Fleischsaft enthaltenen Stoffe, noch auch die Eisenfällung erhebliche Mengen Nitrit in Verlust bringen. Im Durchschnitt wurden 95 % der angewandten Nitritmengen wiedergefunden. Der absolute Verlust betrug einige tausendstel bis wenige hundertstel Milligramme Natriumnitrit. Dieser Verlust an Nitrit kann bei der Bestimmung der salpetrigsauren Salze im Pökelfleisch nach dem von uns vorgeschlagenen Verfahren im allgemeinen vernachlässigt werden; bei den weiter unten wiedergegebenen Analysen von Pökelfleisch ist er jedoch mit dem Durchschnittswert von 5 % in Rechnung gestellt worden.

Der auf Grund vorstehender Versuche von uns ausgearbeitete Untersuchungsgang für die Bestimmung salpetrigsaurer Salze im Fleisch hat seinen Niederschlag gefunden in der am Schlusse dieser Abhandlung wiedergegebenen „Anweisung zur chemischen Untersuchung von Fleisch auf salpetrigsaure Salze“.

Verhalten der Nitrate und Nitrite bei der Pökelung von Fleisch.

Der Zusatz von Salpeter (Kali- oder Natronsalpeter) beim Pökeln von Fleisch und Fleischwaren hat bekanntlich in erster Linie den Zweck, dem Fleisch eine schön rote Farbe zu verleihen. Die immer wieder vertretene Ansicht, daß der Salpeterzusatz an sich gleichzeitig eine konservierende Wirkung ausübe, ist, wie von A. Pettersson[1]) nachgewiesen wurde, jedenfalls nicht zutreffend. Die aus Fachkreisen wiederholt geäußerte Annahme, daß durch den Salpeterzusatz ein rascheres Eindringen des Kochsalzes in die inneren Teile der Fleischstücke bewirkt, also mittelbar eine konservierende Wirkung ausgeübt werde, ist durch wissenschaftliche Untersuchungen bisher noch nicht bestätigt worden.

Die Mengen Salpeter, die in der Praxis beim Pökeln von Fleisch verwendet werden, sind zwar willkürlich, aber nicht sehr groß; im allgemeinen dürften sie 0,5% des gleichzeitig angewandten Kochsalzes nicht überschreiten. Soweit mehr Salpeter angewandt wurde, muß dies als unnötig und darum zum mindestens als unwirtschaftlich bezeichnet werden. In einem Rundschreiben der Reichsfleischstelle[2]) vom 3. September 1917 wird empfohlen, einem Kilogramm Kochsalz nur etwa 2,5 g Salpeter (= 0,25% des Salzes) zuzumischen. Bei sachgemäßer Trockenpökelung des Fleisches werden im allgemeinen an Kochsalz 10 bis 20% des Fleischgewichtes verbraucht, so daß, auf Fleisch berechnet, 0,025 bis höchstens 0,1% Salpeter Verwendung finden sollen. Die Pökellaken enthalten je nach dem Verwendungszweck etwa 20 bis 30% Kochsalz, also 0,05 bis höchstens 0,15% Salpeter[3]).

Bei der Einwirkung von Salpeter auf Fleisch wird bekanntlich der Salpeter zum Teil zu Nitrit reduziert. Nach Polenske[4]) soll dies auf eine Mitwirkung von Bakterien zurückzuführen sein, was aber von anderer Seite bestritten wird. Das gebildete Nitrit, sofern es nicht weiter zersetzt wird, wirkt dann auf den Blutfarbstoff des Fleisches ein, wobei sich Stickoxydhämoglobin bildet, das dem ungekochten gepökelten Fleisch die rote Farbe verleiht. Das Stickoxydhämoglobin geht beim Kochen des Pökelfleisches in das karminrote, beständige Stickoxydhämochromogen über[5]).

Da somit der Salpeter die gewünschte Wirkung beim Pökeln erst bei seinem Übergang in Nitrit ausübt, lag der Gedanke nahe, anstatt Salpeter von vornherein Nitrit zur Pökelung zu verwenden. So wurde schon im Jahre 1909 von Professor Glage in Hamburg[6]) empfohlen, den Salpeter vor seiner Anwendung einige Zeit zum

---

[1]) Archiv f. Hygiene 37, 171 (1900).

[2]) Beiträge zur kommunalen Kriegswirtschaft Nr. 52 vom 29. September 1917.

[3]) Bei der Herstellung von Dauerwürsten sind die Salpeterzusätze je nach der Wurstart verschieden, aber von derselben Größenordnung wie bei Pökelfleisch. Nach den in der Literatur (vgl. z. B. W. Schmidt, Das Deutsche Fleischergewerbe, und H. Koch, Die Fabrikation feiner Fleisch- und Wurstwaren) enthaltenen Angaben werden für Zervelatwurst, Salami, Plockwurst, Mettwurst, Knackwurst und dergl. im allgemeinen 1/6 g Salpeter auf 1 Pfund Wurstgut, d. h. 0,033% Salpeter angewandt; nur in seltenen Fällen, wie z. B. bei Braunschweiger Zervelatwurst sollen Mengen bis zu 1/2 g auf 1 Pfund, d. h. 0,1% Salpeter verwendet werden.

[4]) Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt 9, 126 (1894).

[5]) J. Haldane, The Journ. of Hygiene 1, 115 (1901).

[6]) „Die Konservierung der roten Fleischfarbe“, Berlin 1909.

Schmelzen zu erhitzen, wodurch ein geringer Bruchteil des Salpeters in Nitrit übergeht. An Stelle dieses „vorzersetzten" Salpeters, dessen Anwendung sich nicht eingebürgert zu haben scheint, wurde während des Krieges, als die Pökelung mit Salpeter aus kriegswirtschaftlichen Gründen für den allgemeinen Gebrauch untersagt war, reines Natriumnitrit in Mischungen mit Kochsalz als Pökelsalz in den Handel gebracht, bis die gesundheitlichen Bedenken, die dagegen sprachen, zum Erlaß der eingangs erwähnten gesetzlichen Verbote führten. Von Herstellern jener Pökelsalze wurde in den Gebrauchsanweisungen die Verwendung von 0,5 g Natriumnitrit auf 1 kg Fleisch, entsprechend 0,05 %, empfohlen, wobei zu berücksichtigen ist, daß 69 Teile Natriumnitrit ($NaNO_2$) 101 Teilen Kalisalpeter (KNO_3) gleichwertig sind, so daß 0,05 % $NaNO_2$ 0,073 % KNO_3 entsprechen. Die verwendete Menge Natriumnitrit sollte also von derselben Größenordnung sein, wie die bei der Salpeterpökelung übliche Salpetermenge; und da vom Salpeter während des Pökelvorgangs nur ein kleiner Bruchteil zu Nitrit reduziert wird, so gelangt bei der unmittelbaren Verwendung von Natriumnitrit eine weit größere Nitritmenge in das Fleisch. Die Behauptung, daß dieses Nitrit während des Pökelns rasch und weitgehend aus dem Fleisch verschwindet, bedurfte umsomehr der Nachprüfung, als die bisherigen analytischen Verfahren zur Bestimmung kleiner Nitritmengen im Fleisch, wie in den voranstehenden Abschnitten dargelegt wurde, nicht genügend zuverlässig waren.

Aus den gleichen Gründen bedurfte es auch der näheren Feststellung, welche Mengen Nitrit bei der üblichen Pökelung mit Salpeter aus diesem in das Fleisch gelangen, da die vereinzelten Angaben hierüber in der Literatur mangels sicherer analytischer Grundlagen nicht beweiskräftig sind. Polenske[1]) hatte bei der Untersuchung eines Schinkens, der 5 Monate lang in Lake gelegen hatte, in 100 g Fettgewebe 15,1 mg, in 100 g Muskelfleisch 25 mg N_2O_3 gefunden; mit Rücksicht auf die unbekannte Zusammensetzung der Pökellake, auf die außergewöhnlich lange Pökeldauer und auf die Unsicherheit des angewandten Analysenverfahrens können diese Zahlenwerte für die Beurteilung der vorliegenden Frage nicht herangezogen werden.

Um aus dem Vorkommen und der Menge Nitrit im Pökelfleisch folgern zu können, ob das Fleisch mit salpetrigsauren Salzen behandelt worden ist, ist es erforderlich, Klarheit über das Schicksal sowohl des Nitrates als des Nitrites während des Pökelvorganges zu schaffen. Wir waren daher genötigt, eingehendere systematische Pökelversuche, einerseits unter Verwendung von Salpeter, anderseits von Natriumnitrit anzustellen. Die Untersuchung erstreckte sich zunächst auf größere Laboratoriumsversuche (Naß- und Trockenpökelung), sodann haben wir noch praktische Versuche in größerem Maßstabe in einer Militärkonservenfabrik in Berlin ausgeführt.

Pökelversuche im Laboratorium.

Zum Einpökeln wurde frisches Rindfleisch[2]) verwendet und zwar zwei Hinterviertel, die in möglichst gleichmäßige, annähernd würfelförmige Stücke von etwa 1 kg

---

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte 7, 471 (1891).

[2]) Mit Rücksicht auf den Fleischmangel benutzten wir tierärztlich beanstandetes Fleisch.

Gewicht zerteilt wurden. In Steinguttöpfen von etwa 15 Liter Inhalt wurden je 5 dieser Fleischstücke, die von den anhaftenden Häuten befreit waren, mit je 5 kg einer Lake übergossen, die 20% Kochsalz und folgende Mengen Salpeter bezw. Nitrit enthielt:

bei Versuch I 0,2% Kalisalpeter, berechnet auf Lake oder Fleisch
= 1 % „ „ auf Kochsalz;
„ „ II 0,05% Natriumnitrit, berechnet auf Lake oder Fleisch
= 0,25% „ „ auf Kochsalz;
„ „ III 0,1 % „ „ „ Lake oder Fleisch
= 0,5 % „ „ „ Kochsalz.

Um die Höchstmengen an Nitrit kennen zu lernen, die sich bei der Salpeterpökelung bilden können, war die bei Versuch I verwandte Salpetermenge absichtlich ungewöhnlich hoch gewählt, nämlich zu 0,2% des Fleisches (statt 0,025 bis 0,1%), wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß bei der Naßpökelung ein Teil der Pökelsalze unwirksam in der Lake verbleibt. Bei Versuch II wurde diejenige Nitritmenge angewandt, die von einem Hersteller nitrithaltiger Pökelsalze empfohlen war; bei Versuch III das Doppelte dieser Menge.

Durch Beschweren mit Glasschalen, die mit Wasser gefüllt waren, wurde bewirkt, daß sämtliche Fleischstücke in den drei Töpfen dauernd von der Lake bedeckt waren; die Töpfe standen in einem kühl gehaltenen Zimmer. Aus jedem Topf wurde für die Untersuchung auf den Nitritgehalt nach 1 Tag je ein Fleischstück, nach 4 Tagen je ein zweites, die weiteren nach 11, 22 und 35 Tagen entnommen. Man ließ bei diesen Versuchen die Lake von den entnommenen Fleischstücken möglichst abtropfen, ohne diese mit Wasser abzuwaschen[1]). Von den Außenseiten jedes Stückes wurden dann an mehreren Stellen flache Scheiben von etwa 1 cm Dicke abgetrennt, zweimal durch einen Fleischwolf getrieben und gut durchgemischt. Desgleichen wurde aus dem Innern des Stückes vorsichtig je eine größere Probe herausgeschnitten und ebenso zerkleinert. In je 10 g der äußeren und der inneren Proben wurde dann nach dem von uns ausgearbeiteten colorimetrischen Verfahren (vergl. „Anweisung" S. 552) der Nitritgehalt bestimmt.

Die hierbei im Fleisch nach verschiedener Pökeldauer gefundenen Mengen Nitrit sind in nachstehender Tabelle 1 zusammengestellt. Der Nitritgehalt ist auf Milligramme $NaNO_2$ in 100 g Fleisch berechnet.

Zur Vollständigkeit wurde zu zwei verschiedenen Zeiten auch der Nitritgehalt in den einzelnen Pökellaken bestimmt.

Aus Tabelle 1 geht hervor, daß bei der Pökelung mit Salpeter trotz der angewandten ungewöhnlich hohen Salpetermenge Nitrit nur langsam und in geringer Menge entstanden ist. Selbst nach 5 Wochen enthielt das Innere des etwa 1 kg schweren Fleischstückes nur etwa 1 mg $NaNO_2$ auf 100 g Fleisch, die äußeren Schichten weniger als 7 mg, und die Lake etwa 8 mg auf 100 ccm.

---

[1]) Bei den späteren Versuchen wurden die zu untersuchenden Fleischstücke durch kurzes Abspülen mit Wasser von der außen anhaftenden Lake befreit.

Tabelle 1. Pökelversuche im Laboratorium an Rindfleisch mit 20%iger Salzlake unter Zusatz von Salpeter oder Natriumnitrit.

mg $NaNO_2$ in 100 g Fleisch nach verschiedener Pökeldauer:

Zusätze (berechnet auf die Fleischmenge)	0,2 % KNO_3		0,05 % $NaNO_2$		0,1 % $NaNO_2$	
Pökeldauer (im Nov.—Dez. 1917)	äußere Schicht	innen	äußere Schicht	innen	äußere Schicht	innen
1 Tag	0	0	10,4	0,5	16,0	1,7
4 Tage	Spur	Spur	17,2	0,8	38,3	0,9
11 Tage	0,9	Spur	22,4	4,8	43,2	4,1
22 Tage	4,3	0,8	24,5	6,6	45,1	16,2
35 Tage	6,7	1,1	22,1	10,2	42,8	23,3

mg $NaNO_2$ in 100 ccm Lake:

	0,2 % KNO_3	0,05 % $NaNO_2$	0,1 % $NaNO_2$
nach 15 Tagen	1,13	28,2	58,8
nach 29 Tagen	7,9	29,1	56,4

Bei der Pökelung mit Nitrit hat sich bei diesen beiden Versuchen für die Behauptung, daß das Nitrit während der Pökelung rasch und weitgehend verschwinde, kein Anhaltspunkt ergeben. Im Innern der Fleischstücke nahm der Nitritgehalt während der ganzen Pökeldauer gleichmäßig zu, in den äußeren Schichten ebenfalls bis etwa zum 11. Tage, um dann nur noch geringen Schwankungen zu unterliegen. Berücksichtigt man den ursprünglichen und den später gefundenen Nitritgehalt der Lake, und das Verhältnis zwischen Lake und Fleisch (1 : 1), so ergibt sich, daß in beiden Nitritversuchen nur ein kleiner Bruchteil des Nitrits zerstört wurde, die Hauptmenge dagegen sich durch langsames Eindringen zwischen Lake und Fleisch verteilt hat. Der Nitritgehalt in den äußeren Schichten des Fleisches war bei den Nitritversuchen schon am ersten Tage, weit mehr noch im weiteren Verlauf der Pökelung, wesentlich höher, als bei dem 5 Wochen lang in Salpeter gepökelten Fleischstück.

Bei einer zweiten Reihe von Laboratoriumsversuchen wurde statt der Lakepökelung das trockene Pökelungsverfahren angewandt. Ferner wurde die Salpetermenge soweit herabgesetzt, wie sie bei sparsamer Pökelung ausreicht, nämlich auf 2,5 g Salpeter für 1 kg Kochsalz. Auch die angewandte Menge Natriumnitrit wurde erheblich herabgesetzt, nämlich auf die Hälfte des im Parallelversuch angewandten Kalisalpeters, um zu erfahren, wie sich diese kleineren Nitritmengen während der Pökelung verhalten. Als Pökelsalze wurden demnach verwendet:

bei Versuch I Kochsalz, dem 2,5 g pulverförmiger Kalisalpeter auf 1 kg Salz,
" " II " , dem 1,25 g pulverförmiges Natriumnitrit auf 1 kg Salz gleichmäßig zugemischt waren.

Die annähernd würfelförmigen Fleischstücke von je etwa 1 kg Gewicht wurden in üblicher Weise mit den Salzmischungen I und II gründlich eingerieben und je fünf davon in einen Steintopf fest eingedrückt. Für jedes Fleischstück waren 150 g Salz-

gemisch abgewogen, der nicht haften bleibende Teil davon wurde zwischen die einzelnen Stücke gestreut. Auf 1 kg Fleisch kamen also bei Versuch I 0,375 g Kalisalpeter = 0,0375 %, bei Versuch II 0,188 g Natriumnitrit = 0,0188 %. Zur Beschwerung dienten auch hier Glasschalen, die mit Wasser gefüllt waren. Die Aufbewahrung erfolgte in einem kühlen Raume. Schon nach zwei Tagen war das Salz durch austretenden Fleischsaft zum größten Teil in Lösung gebracht, und die Fleischstücke waren von der entstandenen Lake vollständig bedeckt. Nach 2, 6, 12, 23 und 37 Tagen wurde aus den drei Steintöpfen je ein Fleischstück entnommen und durch rasches Abspülen mit fließendem Wasser von anhaftendem Salz oder Lake befreit. Die Proben für die Bestimmung des Nitritgehalts wurden von den Außen- und Innenschichten der Stücke in derselben Weise wie beim Naßpökelversuch entnommen. In nachstehender Tabelle 2 ist das Ergebnis dieser Bestimmungen zusammengestellt.

Tabelle 2. Pökelversuche im Laboratorium an Rindfleisch.
Trockenpökelung mit Salz unter Zusatz von Salpeter oder Natriumnitrit.

mg $NaNO_2$ in 100 g Fleisch nach verschiedener Pökeldauer:

Zusätze, berechnet auf die Fleischmenge	0,0375 % KNO_3		0,0188 % $NaNO_2$	
Pökeldauer (im Januar—Februar 1918)	äußere Schicht	innen	äußere Schicht	innen
2 Tage	0,1	Spur	14,6	0,2
6 Tage	0,2	0,1	10,1	0,8
12 Tage	0,2	0,2	5,9	0,6
23 Tage	0,3	0,3	4,8	2,0
37 Tage	0,3	0,2	3,7	2,1

Bei der Pökelung mit Salpeter sind auch hier nur geringe Mengen Nitrit entstanden, die während der mehr als 5wöchigen Pökeldauer selbst in den äußeren Schichten 0,3 mg $NaNO_2$ in 100 g Fleisch niemals überstiegen.

Demgegenüber enthielt das mit der ungewöhnlich kleinen Nitritmenge gepökelte Fleisch in der äußeren (mit Wasser abgespülten) Schicht bereits nach zwei Tagen 14,6 mg $NaNO_2$ in 100 g Fleisch. In diesem Versuche wurde aber in der Tat eine allmähliche Abnahme des Nitrits in den äußeren Schichten während der Pökeldauer beobachtet, wogegen in dem Innern der Stücke der Nitritgehalt langsam zunahm. Worauf die allmähliche Zersetzung des Nitrits im Fleisch, die, wie erwähnt, auch von anderer Seite beobachtet worden ist, zurückzuführen ist, muß weiterer Prüfung vorbehalten bleiben. Da sie sich nur bei diesem, nicht aber bei den beiden oben beschriebenen Pökelversuchen mit Nitrit zeigte, so müssen für das Verschwinden des Nitrits besondere Umstände maßgebend sein, deren Aufklärung nur von einer größeren Reihe von Versuchen mit wechselnden Bedingungen zu erwarten ist.

Für den vorliegenden Zweck kam es zunächst nur darauf an, festzustellen, mit welchen Mengen Nitrit im Pökelfleisch zu rechnen ist, wenn dieses in erlaubter Weise

mit Salpeter gepökelt ist. Die Unterlagen, welche hierfür durch die beiden Versuche in Tabelle 1 und 2 gegeben sind, mußten noch durch größere Versuche unter Verhältnissen praktischer Betriebe verbreitert werden.

Pökelversuche in größerem Maßstabe in der Praxis.

Um die Mengen Nitrit kennen zu lernen, die bei der üblichen Pökelung mit Salpeter in Großbetrieben in das Fleisch gelangen, haben wir mit Genehmigung der zuständigen Militärbehörde in einer Militärkonservenfabrik in Berlin Pökelversuche in größerem Maßstabe angestellt. Hierzu wurde teils gewöhnlicher Kalisalpeter (Versuch a) benutzt, teils synthetischer Natronsalpeter (Versuch b), der in letzter Zeit aus Mangel an reinem Kali- oder Natronsalpeter bei der Pökelung des Fleisches vielfach verwendet wird.

In beiden Fällen wurde das Fleisch[1]) (Versuch a: 200 kg, Versuch b: 235 kg) in schiere Fleischstücke von etwa 2 bis 3 kg Gewicht geteilt, in üblicher Weise mit Kochsalz, dem 0,5 % Salpeter tunlichst gleichmäßig zugemischt war, gründlich eingerieben und in je ein Faß verpackt. Von dem Salzgemisch wurden beim Versuch a) 20,5 kg, beim Versuch b) 30 kg verbraucht. Auf das Fleisch berechnet waren also im Versuch a) 0,05 % Kalisalpeter angewandt, beim Versuch b) 0,064 % Natronsalpeter, was nach Umrechnung auf die äquivalente Menge (85 : 101) 0,076 % Kalisalpeter entspricht. Nach zwei bis drei Tagen wurde der Inhalt der Fässer, der von der inzwischen gebildeten Lake nicht völlig bedeckt war, umgepackt und die noch erforderliche Menge frisch zubereiteter Lake von 21 bis 22° Bé (23 %ige Kochsalzlösung mit Zusatz von 0,5 % Salpeter, berechnet auf das Salz) hinzugegeben, so daß die Fleischstücke völlig von der Lake bedeckt waren. Die dadurch bedingte kleine Vermehrung der Salpetermenge macht auf das Fleisch berechnet nur wenig aus. Die Fässer mit dem Pökelfleisch wurden bei einer Temperatur von etwa 0° bis + 4° C aufbewahrt; sie standen während der Versuchszeit unter amtlichem Verschluß.

Wir haben absichtlich das Doppelte und Dreifache der Menge an Salpeter angewandt, die die Reichsfleischstelle in ihren Grundsätzen (vergl. S. 544) empfiehlt, um bei der Ermittelung der vorkommenden Nitritgehalte keinesfalls zu niedrig zu greifen.

Es wurden beim Versuch a) nach 19 und 42 Tagen, beim Versuch b) nach 16 und 30 Tagen Proben und zwar jeweils aus dem oberen, dem mittleren und dem unteren Teil der Fässer entnommen. Das Fleisch befand sich nach dieser Versuchsdauer noch in völlig einwandfreiem Zustande und hatte die gewünschte Durchpökelung und Salzungsröte. In den entnommenen Fleischstücken wurde sodann nach dem Abspülen mit Wasser der Nitritgehalt nach unserem Verfahren bestimmt, und zwar sowohl in den äußeren, etwa 1 cm dicken, als auch in den inneren Schichten. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist in nachstehender Tabelle 3 (S. 550) zusammengestellt.

Aus diesen Analysen ergibt sich, daß beim Pökeln mit Salpetermengen, welche die von der Reichsfleischstelle empfohlenen um das Doppelte bis Dreifache übersteigen, doch nur geringe Mengen Nitrit in dem Pökelfleisch zu finden waren; sie betrugen in

[1]) Rindfleisch, das aus den besetzten Gebieten stammte und in Kühlhallen aufbewahrt war.

Tabelle 3. Pökelversuche im Großbetriebe an Rindfleisch.
Trockenpökelung mit Salz unter Zusatz von 0,5 % des Salzes an Salpeter.

$mg NaNO_2$ in 100 g Fleisch nach verschiedener Pökeldauer:

a) mit Kalisalpeter (0,05 % des Fleisches)

Pökeldauer (im Juli 1918)	äußere Schicht			innen		
	oberer	mittlerer	unterer	oberer	mittlerer	unterer
	Teil des Fasses			Teil des Fasses		
19 Tage	1,9	1,8	0,5	0	0,5	1
42 Tage	5,3	2,6	1,6	1,6	1,4	0

b) mit synthetischem Natronsalpeter (0,064 % des Fleisches, entsprechend 0,076 % Kalisalpeter)

Pökeldauer (im April 1918)	äußere Schicht			innen		
	oberer	mittlerer	unterer	oberer	mittlerer	unterer
	Teil des Fasses			Teil des Fasses		
16 Tage	1,9	0,25	0	0,3	0	0
30 Tage	13	10	7	1	6,5	1

den meisten Fällen nur wenige Milligramme $NaNO_2$ auf 100 g Fleisch, nur bei Versuch b) mit der dreifachen Salpetermenge wurden nach 30 tägiger Pökeldauer in den äußeren Schichten zweier Fleischstücke 10 und 13 mg $NaNO_2$ aufgefunden.

Ein merklicher Unterschied zwischen den beiden Salpetersorten war nicht festzustellen; ein solcher hätte doch bereits bei der ersten Probeentnahme nach 16 bezw. 19 Tagen in Erscheinung treten müssen. Dieses Ergebnis war bemerkenswert, weil der synthetische Salpeter nach seiner Herstellungsart fast immer geringe Mengen salpetrigsaures Salz (Nitrit) als Verunreinigung, die offenbar technisch nicht vermeidbar ist, enthält. Es war von Interesse festzustellen, wie groß im allgemeinen der Gehalt des synthetischen Salpeters an salpetrigsaurem Salz ist. Es wurden 4 Proben synthetischen Salpeters aus 4 verschiedenen Fabriken auf ihren Nitritgehalt, der mittels Kaliumpermanganat (vergl. S. 534) bestimmt wurde, untersucht. Die Probe

der Fabrik A enthielt 0,19 % $NaNO_2$
„ „ B „ 0,31 „ „
„ „ C „ 0,33 „ „
„ „ D „ 0,43 „ „

Die letzte Probe war der beim Versuch b) angewandte Salpeter.

Sämtliche 4 Proben bestanden im wesentlichen aus Natronsalpeter und enthielten nur geringe Mengen Kalium. Die Proben A und B zeigten fast völlig weiße Farbe; die Proben C und D waren schwach rötlich gefärbt und enthielten geringe Mengen von Verunreinigungen, waren auch nicht völlig klar in Wasser löslich, sie enthielten u. a. noch geringe Mengen nicht umgesetzte Soda und zwar Probe C 0,23 %, Probe D 0,8 % Na_2CO_3. Dieser Befund bestätigt Angaben von anderer Seite, wonach synthetischer Salpeter zurzeit bis zu etwa 0,42 % $NaNO_2$ enthält und nur in Ausnahme-

fällen diesen Gehalt etwas überschreitet. Im allgemeinen wird man daher mit einem Höchstgehalt von 0,5 % $NaNO_2$ in synthetischem Salpeter rechnen müssen. Man wird annehmen dürfen, daß dieser technisch unvermeidbare Gehalt an Natriumnitrit nicht zu den „salpetrigsauren Salzen oder Stoffen, die solche enthalten“ im Sinne der gesetzlichen Bestimmung gehört, und daß daher der Verwendung synthetischen Salpeters für Pökelzwecke Bedenken in dieser Richtung nicht im Wege stehen.

Aus derselben Konservenfabrik, in der wir die beschriebenen Pökelversuche angestellt haben, wurde noch eine Probe gepökeltes Rindfleisch entnommen, das ohne unsere Mitwirkung im praktischen Betriebe gepökelt war und zwar nach Angabe in ähnlicher Weise, wie oben beschrieben. Dem Salze waren 0,5 % synthetischer Natronsalpeter zugesetzt. Die Pökeldauer betrug etwa 4 Wochen. In den äußeren Schichten der Probe wurden 0,29 mg, in den inneren Schichten 0,22 mg $NaNO_2$, berechnet auf 100 g Fleisch, gefunden.

Schlußfolgerungen aus dem Nitritgehalt von Pökelfleisch.

Durch den Umstand, daß auch bei der Pökelung mit Salpeter kleine Mengen von Nitrit in das Fleisch gelangen, ist es, wie bereits eingangs erwähnt wurde, nicht möglich, aus dem bloßen Vorkommen von Nitrit im Fleisch auf eine unerlaubte Behandlung mit salpetrigsauren Salzen zu schließen. Man muß vielmehr die Menge des gefundenen Nitrits in Betracht ziehen.

Die Prüfung, welche Mengen salpetrigsaurer Salze bei der erlaubten Pökelung mit Salpeter sich im Fleische bilden, kann naturgemäß durch die wenigen von uns ausgeführten Untersuchungen nicht als abgeschlossen betrachtet werden. Eine weitere Ausdehnung der Versuche war aber durch den Fleischmangel außerordentlich erschwert. Es wird erforderlich sein, sobald es die Zeitverhältnisse erlauben, weitere systematische Pökelversuche unter sachgemäßer Abänderung aller in Betracht kommenden Bedingungen (Art des Fleisches nach Tierart, Körperteil und Alter, vorherige Lagerung des Fleisches, Trocken- oder Naßpökelung, Salzmenge, Salpetermenge, Jahreszeit, Temperatur, Pökeldauer, Art der Pökelgefäße, Art der Aufbewahrung, nachheriges Räuchern, Kochen usw.) anzustellen, sowie fertiges Pökelfleisch von den verschiedenen Teilen des Rindes und Schweines und von verschiedenen Herstellern auf seinen Nitritgehalt zu untersuchen.

Immerhin erlauben unsere bisher ausgeführten Prüfungen doch schon jetzt, praktisch verwertbare Schlüsse zu ziehen. Die meisten von uns untersuchten Proben von Pökelfleisch, das unter Verwendung von Salpeter hergestellt war, enthielten nur sehr geringe Mengen von salpetrigsaurem Salz, die auf 100 g Fleisch berechnet, zwischen Bruchteilen eines Milligramms und einigen Milligrammen $NaNO_2$ sich bewegten und im allgemeinen mit der Pökeldauer zunahmen. Bei langer Pökeldauer (30 Tage) und Anwendung einer das Erforderliche um das Dreifache übersteigenden Salpetermenge wurde in der äußeren Schicht eines einzelnen Fleischstückes ein Gehalt von 13 mg $NaNO_2$ in 100 g Fleisch beobachtet. Würde also ein Gehalt von 15 mg $NaNO_2$ in 100 g Fleisch von den äußeren Schichten als Höchstgrenze aufgestellt, unterhalb der kein Verdacht auf Behandlung mit salpetrigsauren Salzen vorliegt, so

dürften nach den bisherigen Erfahrungen ungerechtfertigte Beanstandungen von Pökelfleisch nicht zu befürchten sein. Mit Rücksicht auf die durch die Zeitverhältnisse bedingte Unzulänglichkeit der bisherigen Unterlagen empfiehlt es sich aber, die Überschreitung dieser Grenzzahl einstweilen nicht als Beweis, sondern nur als Verdachtsgrund für eine verbotswidrige Behandlung des Fleisches mit salpetrigsauren Salzen anzusehen. Der endgültige Beweis wäre dann durch Nachforschung beim Hersteller des Pökelfleisches zu erbringen. Die für später in Aussicht genommene Ergänzung der Unterlagen wird es voraussichtlich erlauben, schärfere Schlüsse aus der Analyse des Pökelfleisches zu ziehen.

Durch die Aufstellung einer Grenzzahl, welche auf die aus Salpeter entstehenden kleinen Nitritmengen Rücksicht nimmt, werden allerdings auch solche Fleischproben unbeanstandet bleiben, die zwar verbotswidrig mit salpetrigsauren Salzen behandelt worden sind, aber mit so mäßigen Mengen und unter solchen Bedingungen, daß nur noch geringe Mengen davon im Fleisch aufzufinden sind. Ein gesundheitlicher Nachteil wird hiermit nicht verknüpft sein, weil die durchgelassenen Mengen der salpetrigsauren Salze nicht größer sind, als diejenigen, die von jeher im Pökelfleisch genossen werden, während größere Mengen, wie sie zu Gesundheitsschädigungen Anlaß geben können, durch die Überschreitung der Grenze getroffen werden.

Das Untersuchungsverfahren für Pökelfleisch wird sich voraussichtlich unverändert auch auf die Untersuchung von Wurstwaren anwenden lassen. Da aber über das Schicksal des dem Wurstgut beigemengten Salpeters bisher keinerlei Untersuchungen vorliegen und auch von uns noch nicht angestellt werden konnten, werden sich aus einem in Wurstwaren gefundenen Nitritgehalt einstweilen entscheidende Schlußfolgerungen nicht ziehen lassen. Wir behalten uns vor, auch in dieser Hinsicht unsere Versuche zu ergänzen, sobald die Wurstfabrikation wieder in normale Bahnen zurückgeführt sein wird.

Die bisherigen Unterlagen genügten aber für die Ausarbeitung einer Anweisung zur Untersuchung von Pökelfleisch auf Nitrit und zur Beurteilung des gefundenen Nitritgehaltes. Um bei nitritfreiem Fleisch die quantitative Bestimmung zu ersparen, ist in den Analysengang die qualitative Prüfung mittels Jodzinkstärkelösung eingefügt. Die Anweisung, die allen amtlichen Untersuchungsstellen an die Hand gegeben worden ist[1]), lautet, wie folgt:

„Anweisung zur chemischen Untersuchung von Fleisch auf salpetrigsaure Salze.

Probeentnahme.

Bei gepökeltem Fleisch werden von den Außenseiten der mit Wasser gut abgespülten Fleischstücke an mehreren Stellen flache Scheiben von etwa 1 cm Dicke abgetrennt, zweimal durch einen Fleischwolf getrieben und gut durchgemischt.

Wenn möglich, ist auch eine Probe des verwendeten Pökelsalzes zu entnehmen.

[1]) Vergl. z. B. Preuß. Ministerialerlaß vom 3. März 1919, Ministerialbl. f. Landwirtschaft usw., S. 134, Veröff. d. Reichsgesundheitsamts S. 351.

Hackfleisch sowie Wurstmasse werden vor der Probeentnahme gut durchgemischt (wenn nötig ebenfalls unter Benutzung eines Fleischwolfs), falls nicht ein besonderer Anlaß zur Entnahme der Proben aus einzelnen Teilen vorliegt.

Nachweis von salpetrigsauren Salzen.

10 g der Durchschnittsprobe werden in einem Meßkolben von 200 ccm Inhalt mit etwa 150 ccm Wasser, dem zur Erzielung einer schwach alkalischen Reaktion etwa 6 Tropfen einer 25%igen Sodalösung zugesetzt sind, gut durchgeschüttelt. Nach 1½stündigem Stehen unter zeitweiligem Umschütteln wird der Inhalt des Kolbens mit Wasser auf 200 ccm gebracht, nochmals umgeschüttelt und filtriert. 10 ccm des Filtrats werden mit verdünnter Schwefelsäure und Jodzinkstärkelösung versetzt.

Tritt keine Blaufärbung der Lösung ein, so ist das Fleisch als frei von salpetrigsauren Salzen anzusehen.

Färbt sich dagegen die Lösung innerhalb einiger Minuten deutlich blau, so ist der Gehalt an salpetrigsauren Salzen gemäß dem folgenden Abschnitt quantitativ zu ermitteln.

In zweifelhaften Fällen ist die Prüfung mit dem nach dem folgenden Abschnitt entfärbten Fleischauszug zu wiederholen.

Bestimmung der salpetrigsauren Salze.

75 ccm des filtrierten Fleischauszuges werden in einem 100 ccm fassenden Meßkölbchen allmählich, tropfenweise (zweckmäßig unter Benutzung einer Bürette) und unter ständigem Umschütteln mit 20 ccm einer kolloidalen Eisenhydroxydlösung versetzt, die durch Verdünnen von 1 Raumteil dialysierter Eisenoxychloridlösung (Liquor ferri oxychlorati dialysati, Deutsches Arzneibuch 5. Ausgabe) mit 3 Raumteilen Wasser hergestellt ist. Die Mischung wird mit Wasser auf 100 ccm gebracht, durchgeschüttelt und filtriert. Zu 50 ccm des farblosen Filtrats — entsprechend 1,88 g Fleisch — gibt man:

1 ccm einer 10%igen Natriumacetatlösung,

0,2 ccm 30%iger Essigsäure,

1 ccm einer möglichst farblosen Lösung von m-Phenylendiaminchlorhydrat (hergestellt aus 0,5 g des Salzes mit 100 ccm Wasser und einigen Tropfen Essigsäure).

Je nach dem Gehalt der Lösung an salpetrigsaurem Salz färbt sie sich nach kürzerer oder längerer Zeit gelblich bis rötlich.

Zum Vergleich wird eine Reihe von Lösungen in gleichartigen Gefäßen hergestellt, die in je 50 ccm Wasser verschiedene Mengen von reinem Natriumnitrit, z. B. 0,05 — 0,1 — 0,2 — 0,3 mg enthalten. Zweckmäßig geht man dabei von einer 1%igen Natriumnitritlösung aus, deren Gehalt mittels Kaliumpermanganat in üblicher Weise nachgeprüft worden ist, verdünnt einen Teil davon unmittelbar vor dem Gebrauch auf das Hundertfache und bringt von dieser 0,01%igen Lösung (deren Gehalt bei längerem Stehen sich verändert) die erforderlichen Mengen auf das Volumen von 50 ccm. Jede dieser Lösungen wird mit 0,25 g Natriumchlorid und

sodann in gleicher Weise wie der Fleischauszug und möglichst zu gleicher Zeit wie dieser mit der Natriumacetatlösung, der Essigsäure und der m-Phenylendiaminchlorhydrat-Lösung versetzt. Nach mehrstündigem Stehen (womöglich über Nacht) wird die Färbung des Fleischauszuges mit denen der Vergleichsreihe verglichen und danach der Gehalt des Fleischauszuges an Nitrit geschätzt. Kommt es nur darauf an, zu ermitteln, ob eine Fleischprobe sicher weniger als 15 mg Natriumnitrit in 100 g Fleisch enthält (vergl. den nachstehenden Abschnitt „Beurteilung"), so genügt der Vergleich mit einer Lösung, die in 50 ccm 0,28 mg Natriumnitrit enthält.

Zur genaueren Feststellung des Gehaltes wird der Fleischauszug mit der ihm in der Farbe am nächsten kommenden Vergleichslösung in einem Colorimeter verglichen und danach sein Nitritgehalt berechnet. Zur Vermeidung von Fehlerquellen empfiehlt es sich, eine größere Reihe von Ablesungen, auch bei verschiedenen Schichthöhen und auch nach Vertauschung der zu vergleichenden Lösungen im Colorimeter, vorzunehmen.

Bei stärkeren roten Färbungen (in Lösungen, die in 50 ccm mehr als 0,3 mg Natriumnitrit enthalten) ist der Farbenvergleich erschwert: in solchen Fällen werden weitere 20 ccm des entfärbten Fleischauszuges — entsprechend 0,75 g Fleisch — auf 50 ccm verdünnt, 0,15 g Kochsalz und die übrigen Zusätze in den vorgeschriebenen Mengen hinzugefügt; die Farbe dieser Lösung wird dann mit derjenigen gleichzeitig hergestellter Vergleichslösungen verglichen.

Beurteilung.

Wird nach diesem Verfahren ein Gehalt des Fleisches an salpetrigsauren Salzen gefunden, der, auf 100 g Fleisch berechnet, 15 mg Natriumnitrit übersteigt, so besteht der Verdacht, daß das Fleisch mit salpetrigsauren Salzen behandelt worden ist.

Pökelsalze und dergl. können in der gleichen Weise wie der entfärbte Fleischauszug auf einen Gehalt an salpetrigsauren Salzen untersucht werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß der synthetische Salpeter (Natriumnitrat) geringe Mengen von salpetrigsaurem Natrium enthält, das jedoch als technisch nicht vermeidbare Verunreinigung anzusehen ist, sofern seine Menge 0,5 % des Salpeters nicht übersteigt."

Zusammenfassung.

1. Die quantitative colorimetrische Bestimmung kleiner Mengen von Nitriten mit m-Phenylendiamin ist in der üblichen Ausführungsform nicht frei von Fehlerquellen; die Beziehung zwischen Konzentration und Farbstärke folgt nicht dem Beerschen Gesetz, und auch bei gleichem Nitritgehalt wird die Färbung namentlich durch die Gegenwart von Chloriden stark beeinflußt. Die Ursache für diese Abweichungen liegt in Nebenreaktionen.

2. Bei Ausführung der Farbenreaktion unter Zusatz von Natriumacetat und Essigsäure in bestimmten Verhältnissen gelingt es, diese Fehlerquellen auszuschalten. Auf dieser Grundlage wurde ein genaues Verfahren zur quantitativen colorimetrischen Nitritbestimmung ausgearbeitet.

3. Zur Bestimmung von Nitriten in Pökelfleisch ist es erforderlich, den vorsichtig hergestellten Fleischauszug von gelösten Eiweißstoffen und färbenden Bestandteilen zu befreien. Dies gelingt durch Fällung mit kolloidaler Eisenhydroxydlösung unter bestimmten Bedingungen. In dem klaren Filtrate werden nach dem colorimetrischen Verfahren etwa 95 % der im Pökelfleisch vorhandenen kleinen Nitritmengen wiedergefunden.

4. Die früheren Angaben über das Schicksal des Salpeters und des Nitrits beim Pökelvorgang bedürfen wegen der bisher mangelhaften analytischen Grundlagen der Nachprüfung.

5. Bei eigenen Pökelversuchen im Laboratorium und im Großbetrieb teils unter Verwendung von Salpeter, teils unter Verwendung von Nitrit in verschiedenen Mengen ergab sich folgendes:

Aus dem Salpeter gelangten bei mehrwöchiger Pökeldauer nur sehr geringe Nitritmengen in das Fleisch, die einigen Zehntelmilligrammen bis wenigen Milligrammen $NaNO_2$ in 100 g Fleisch entsprachen, und nur in einem Falle in den äußeren Schichten 10 mg etwas überstiegen.

Das zum Pökeln verwendete Nitrit drang im allgemeinen allmählich und gleichmäßig in das Fleisch ein und wurde in dessen äußeren Schichten in einer Höhe von 10 mg bis über 40 mg $NaNO_2$ auf 100 g Fleisch wiedergefunden. Die von anderer Seite angegebene allmähliche Verringerung des Nitritgehaltes im Fleisch während des Pökelvorganges konnte nur in einem Falle beobachtet werden und scheint von noch unbekannten Bedingungen abhängig zu sein.

6. Auf Grund der bisherigen Unterlagen, die noch in mehrfacher Richtung ergänzungsbedürftig sind, erscheint Pökelfleisch, in dem mehr als 15 mg $NaNO_2$ auf 100 g Fleisch gefunden werden, verdächtig, mit salpetrigsauren Salzen behandelt worden zu sein.

7. Es wurde eine Anweisung zur chemischen Untersuchung von Pökelfleisch auf salpetrigsaure Salze ausgearbeitet.

8. Synthetischer Natronsalpeter enthält in der Regel weniger als 0,5 % $NaNO_2$. Dieser Gehalt kann als technisch nicht vermeidbare Verunreinigung angesehen werden, die seine Anwendung beim Pökeln von Fleisch nicht hindert.

Vorstehende Untersuchungen wurden mit mehrfachen Unterbrechungen in den Jahren 1916 bis 1918 im chemischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamts ausgeführt. Herrn Dr. Hocheder sind wir für die Mitwirkung bei den Analysen und Fräulein E. Nernst für ihre Unterstützung bei den colorimetrischen Beobachtungen zu Dank verpflichtet.

Berlin, im Mai 1919.



Über Kresole und Ersatzmittel für Kresolseife.

I. Teil.

Die Kresolalkali-Lösungen und ihre Desinfektionswirkung.

Von

Dr. rer. nat. **E. Haller,**

Ständigem Mitarbeiter im Reichsgesundheitsamte.

Als vom Herbst 1915 ab der Mangel an Ölen und Fetten auch eine Knappheit der Seife bedingte, mußte für die Kresolseife ein Ersatzpräparat gesucht werden. Vor allem lag der Militärverwaltung, die großer Mengen Desinfektionsmittel zur Seuchenbekämpfung bedurfte, daran, ein Präparat zu erhalten, das, bei sicherer Wirkung gegenüber Bakterien, Läusen und Nissen, Ausrüstungsstücke aus Metall, Tuch, Leder usw. nicht schädigte. Da auch Phenol nur in begrenzten Mengen zur Verfügung stand, wurden in der bakteriologischen Abteilung des Kaiserlichen Gesundheitsamts im Einvernehmen mit dem Preußischen Kriegsministerium Versuche aufgenommen, die Kresole in möglichst konzentrierte Zubereitungen überzuführen, aus denen mit Wasser unschwer wirksame Verdünnungen herzustellen waren. Bei der Lösung dieser Aufgabe mußte eine Reihe von Stoffen ausgeschaltet bleiben, die entweder infolge des Abschlusses Deutschlands vom Außenhandel überhaupt nicht zu Gebot standen oder sonst für Heereszwecke und zur Ernährung gebraucht wurden.

In erster Linie lag ein Vorschlag einer chemischen Fabrik vor, Lösungen der Kresole in Laugen zur Desinfektion zu verwenden. Die Leichtlöslichkeit der Kresole in Laugen wurde schon 1891 von Hueppe[1]) zur Herstellung desinfizierender Lösungen benützt. Über die Zusammensetzung der von ihm „Solutole" benannten Kresollaugen liegen indessen weder von Hueppe noch von seinem Assistenten Hammer[2]) nähere Angaben vor. Nach einer Notiz von Hammer würde das Solutol 44% Kresole, davon $^1/_3$ frei und $^2/_3$ an Alkali gebunden enthalten, während nach Gruber[3]) im Solutol 60% Kresole sind, davon $^1/_4$ frei, $^3/_4$ in Salzform. Auch Hueppes und Hammers Angaben über die Desinfektionswirkung des Solutols sind ziemlich allgemein gehalten. Milzbrandsporen wurden danach durch 10%ige Verdünnungen nicht näher angegebener Lösungen in 4 Tagen, durch 20%ige in 2 Tagen abgetötet.

---

[1]) Berl. klin. Wochenschr. 1891, 1094.

[2]) Archiv f. Hygiene 12, 359, 91 und 14, 116, 1892.

[3]) Das österr. Sanitätswesen 1893, Nr. 32—34.

Paul und Krönig[1]) beobachtete dagegen bei 92 stündiger Einwirkung unverdünnten Solutols auf Milzbrandsporen keine Abtötung. Das Rohsolutol, das bei etwa gleichem Gehalt an Kresol und Alkali als Verunreinigungen noch aromatische Kohlenwasserstoffe, Pyridine usw. enthält, hatte in den Versuchen von Gruber stärkeres Keimtötungsvermögen als das reine Solutol. Durch 0,83 % enthaltende Verdünnungen beider Präparate wurden Staphylokokken in 3 bezw. 6 Stunden, Bacterium coli in 5 bezw. 30 Minuten abgetötet. Im übrigen hat das Solutol in der Literatur nur wenig Beachtung gefunden.

Die Kresolalkaliverbindungen. Als schwache Säuren sind die Kresole zur Salzbildung befähigt. Durch Zugabe von Natron- oder Kalilauge zu Kresolen entstehen Lösungen von Natrium- bezw. Kaliumkresolaten. Diese sind in Wasser sehr leicht löslich, aber infolge des schwachen Säurecharakters der Kresole hydrolytisch gespalten; die Lösungen reagieren daher alkalisch. In n/10-Lösung des Natriumphenolats, des Natriumsalzes der Karbolsäure, sind nach Walker[2]) 3 % des Salzes hydrolytisch gespalten in Natriumhydroxyd und freies Phenol. Da die Kresole schwächere Säuren sind als das Phenol, so unterliegen ihre Lösungen noch stärkerer hydrolytischer Spaltung; der Grad der Spaltung wächst mit der Verdünnung. Zurückgedrängt wird die hydrolytische Dissoziation durch Zugabe eines Überschusses von freiem Kresol. Lösungen der Kresolalkalisalze enthalten also freies Alkali und zeigen ein dementsprechendes Verhalten. Sie greifen alkaliempfindliche Metalle an, lösen und verseifen Fette und bringen eiweißartige Verbindungen zur Quellung und zur Lösung. Bei der Verwendung von Kresolalkali enthaltenden Zubereitungen zur Desinfektion muß daher auf die Empfindlichkeit vieler Objekte gegen Alkali Rücksicht genommen werden. Auch die Hände ertragen eine längere Einwirkung der freies Alkali enthaltenden Lösungen infolge der Quellung der Epidermis nicht ohne Schädigung.

Die Lösungsfähigkeit der Kresolalkaliverbindungen für freies Kresol ist keine unbegrenzte. Läßt man z. B. zu einer 6 %igen Natronlauge aus einer Bürette langsam Kresol zufließen, so werden die ersten Zugaben glatt gelöst. Bei fortgesetztem Zusatz erfolgt die Auflösung dann langsamer und es tritt zunächst eine Trübung der Lösung ein, die jedoch durch Umschütteln oder Umrühren wieder beseitigt werden kann. Schließlich aber bleibt Kresol ungelöst in Tropfenform in der Flüssigkeit. Wird eine derart bis zur Sättigung mit Kresol versetzte Lösung mit Wasser verdünnt, so trübt sie sich und bei weiterer Wasserzugabe scheidet sich Kresol in Tropfenform wieder aus. Die Lösungsfähigkeit einer gegebenen Menge Kresolalkali ist also weder unbegrenzt noch ist sie konstant; sie hängt vielmehr ab von der Verdünnung und ist erheblich größer in konzentrierter als in verdünnter Lösung.

Die folgenden Tabellen — I—VI — zeigen, in welchen Mischungsverhältnissen Kresole und Natriumhydroxyd völlige Lösung geben, und wie sich diese Lösungen beim Verdünnen mit Wasser verhalten. 25 ccm 6 %iger Natronlauge = 1,5 g NaOH können — s. Tab. I — zwar 20 g Kresol, nicht aber mehr 25 g klar lösen. Da

---

[1]) Zeitschr. f. Hygiene 25, 81, 1897.

[2]) Zeitschr. f. physikal. Chemie 32, 137, 1900.

Tabelle I.

Lösungsfähigkeit verschieden konzentrierter Laugen für Kresol.

25 ccm einer Natronlauge von %	versetzt mit									
	10	15	20	25	30	35	40	50	75	100
	g Kresol geben									
6 %	klare Lösung	klare Lösung	klare Lösung	Ausscheidung von Kresol		—	—	—	—	—
12 %	—	—	desgl.	klare Lösung	klare Lösung	klare Lösung	klare Lösung	klare Lösung	klare Lösung	klare Lösung
25 %	—	—	—	—	—	—	—	desgl.	desgl.	desgl.

1,5 g Natriumhydroxyd sich mit 4,05 g Kresol zu Natriumkresolat verbinden, vermögen die entstehenden 5,25 g Kresolnatrium in etwa 25 ccm Wasser ungefähr 16 g Kresol in gelöstem Zustand zu halten. 25 ccm 12%iger, also doppelt so starker Natronlauge = 3 g Natriumhydroxyd lösen mehr als 100 g Kresol, während 3 g Natriumhydroxyd in der doppelten Wassermenge gelöst nur zur Lösung von 40 g Kresol ausreichen. 10,5 g Natriumkresolat in 25 ccm Wasser lösen also mehr als 100 g Kresol klar, in 50 ccm aber nur 40 g. Dementsprechend lösen auch 25 ccm 25%iger Natronlauge mehr als 100 g Kresol. Das Lösungsvermögen des Natriumkresolats ist also nicht abhängig von seiner absoluten Menge, sondern von seiner Konzentration in der Lösung, es ist um so größer, je konzentrierter die Lösung ist. Entsprechend verhält sich auch das Kaliumkresolat.

Werden nun die mit 6-, 12- und 25%iger Natronlauge bei verschieden großem Kresolzusatz erhaltenen klaren Lösungen mit Wasser in den Verhältnissen 1 : 20 und 1 : 10 verdünnt, so entstehen nur in wenigen Fällen klare Lösungen — s. Tabelle II —, meist scheidet sich Kresol in Öltropfenform aus, einige Male sind die Verdünnungen durch fein verteiltes Kresol getrübt und zeigen in manchem dieser Fälle nach mehrstündigem Stehen durch das Zusammenballen der suspendierten Tröpfchen eine geringe Ölausscheidung. Klare Kresollaugen geben also, mit Wasser verdünnt, nicht immer klare Kresollösungen. Die Tabelle II zeigt, daß bei der Verdünnung 1 : 20 klare Lösung bei einem Kresolgehalt von höchstens 2,9%, bei 1 : 10 von höchstens 4,4% erhalten wurden, ferner, daß an der Fähigkeit, Kresol in Lösung zu halten, der Alkaligehalt der Ausgangslösung beteiligt ist, denn in der Verdünnung 1 : 20 wurden klare Verdünnungen erhalten mit einem Kresolgehalt von 1,9% bei 6%iger Natronlauge, mit 2,5% bei 12- und mit 2,9% bei 25%iger Lauge. Entsprechend nimmt auch bei der Verdünnung 1 : 10 das Lösungsvermögen für Kresol in den Verdünnungen mit steigendem Alkaligehalt der Ausgangslösung zu, so daß sich klare Lösungen mit 2,2, 2,8 bezw. 4,4% Kresol herstellen ließen.

Welche Anforderungen sind nun, von der Desinfektionswirkung zunächst abgesehen, überhaupt an eine Kresollauge zu stellen? Man wird verlangen müssen:

1. daß das Verhältnis zwischen Alkali und Kresol ein derartiges ist, daß mit einem Minimum an Alkali ein möglichst hohes Lösungsvermögen von Kresol erreicht wird, um Schädigungen der zu desinfizierenden Gegenstände durch zu starke alkalische Reaktion der Verdünnungen zu vermeiden;

Tabelle II.

Verhalten dieser Lösungen bei der Herstellung von Verdünnungen im Verhältnis 1 : 10 und 1 : 20.

Die Ausgangslösung hergestellt aus		entsprechend einem Verhältnis von 1 g Natriumhydroxyd : g Kresol	zeigt bei der Verdünnung im Verhältnis			
			1 : 20		1 : 10	
25 ccm Natronlauge von %	+ Kresol g		entsprechend % Kresol	folgendes Verhalten	entsprechend % Kresol	folgendes Verhalten
6	20	13,6	2,2	ölige Ausscheidung	4,4	ölige Ausscheidung
	15	10	1,9	klare Lösung	3,8	desgl.
	10	6,6	1,1	desgl.	2,2	schwache Trübung
12	100	33	4,0	ölige Ausscheidung	8,0	ölige Ausscheidung
	75	25	3,7	desgl.	7,4	desgl.
	50	16,6	3,3	"	6,6	"
	25	8,3	2,5	klare Lösung	5,0	"
	20	6,6	2,2	desgl.	4,4	"
	15	5,0	1,9	"	3,8	schwach getrübte Lösung
	10	3,3	1,4	"	2,8	klare Lösung
25	100	16	4,0	ölige Ausscheidung	8,0	ölige Ausscheidung
	75	12	3,7	desgl.	7,4	desgl.
	50	8	3,3	"	6,6	"
	40	6,4	3,1	schwach getrübte Lösung	6,2	"
	35	5,6	2,9	klare Lösung	5,8	schwach getrübte Lösung
	30	4,4	2,7	desgl.	5,4	desgl.
	25	4,0	2,5	"	5,0	"
	20	3,2	2,2	"	4,4	klare Lösung

2. daß der Kresolgehalt der Kresollauge ein möglichst hoher sei, denn ein Desinfektionsmittel soll für den Versand und den Transport zur Verwendungstelle bei relativ geringem Gewicht tunlichst viel von dem wirksamen Stoff enthalten;

3. daß das Mittel in Wasser möglichst leicht und schnell löslich sei. Dieser und der unter 2. erwähnten Forderung hatte die Kresolseife voll entsprochen, die bei 50% Kresolgehalt in fast allen Verhältnissen mit Wasser rasch fast klare Lösungen gibt, gleichgültig ob zur Herstellung der gebrauchsfertigen Verdünnung das Wasser zur Kresolseife zugegossen oder diese in das Wasser eingerührt wird.

Zur Herstellung der Kresollaugen wurden von verschiedenen Seiten aus dem Handel größere Mengen von Kresol bezogen, die den Vorschriften der 5. Ausgabe des deutschen Arzneibuchs entsprechen sollten. Sie wurden mit Laugen von verschiedenem Alkaligehalt in verschiedenen Verhältnissen gemischt und das Verhalten der erhaltenen Lösungen bei der Verdünnung geprüft — s. die Tab. III—VI —. Dabei ist zu bemerken, daß sich die aus den verschiedenen Handelsproben hergestellten Kresollaugen nicht alle gleichartig verhielten. So gab eine der Kresolproben, im Gegensatz zu der in Tabelle I erwähnten, auch mit 6%iger Natronlauge zu gleichen Teilen vermischt eine klare Kresollauge. Auch entsprach nicht das Verhalten aller verwandten

Rohkresole den Anforderungen des Arzneibuchs. Die verschiedene Löslichkeit in Alkali, die sich namentlich bei der Verdünnung der verschiedenen Kresollaugen zeigte, ist wohl zurückzuführen auf einen verschiedenen Gehalt der Rohkresole an den drei isomeren Kresolen.

Tabelle III.

Verhalten 2,5 und 5% Kresol enthaltender Verdünnungen verschiedener Kresollaugen (Kresol R).

25 ccm Natronlauge von %	+ Kresol ccm	geben		1 ccm davon enthält g Natriumhydroxyd	zur Herstellung von 1 l 2,5%iger Kresollösung sind nötig ccm	die 2,5%ige Kresollösung enthält % NaOH	Verhalten der Verdünnung mit			
							2,5 %		5,0 %	
							Kresol			
		ccm	% iger Kresol-Lösung				sogleich	nach 24 h	sogleich	nach 24 h
6	10	35	28	0,043	90	0,39	trüb	etwas Öl	Öl	Öl
	8	33	24	0,045	104	0,47	schwach trüb	schwach trüb	trüb	„
	7	32	22	0,047	113,6	0,53	desgl.	desgl.	„	wenig Öl
	6	31	19,3	0,048	130	0,63	klar	klar	schwach trüb	schwach trüb
	5	30	16,6	0,05	150	0,75	„	„	klar	desgl.
12	15	40	37,5	0,075	66	0,495	klar	klar	trüb	Öl
	12,5	37,5	33	0,08	75	0,60	„	„	„	trüb
	10	35	28	0,085	90	0,765	„	„	klar	schwach trüb
25	25	50	50	0,125	50	0,625	klar	klar	trüb	trüb
	20	45	45	0,139	57	0,792	„	„	klar	schwach trüb
30	30	55	54,5	0,136	45,8	0,62	schwach trüb	schwach trüb	trüb	wenig Öl
	27,5	52,5	52,4	0,143	48	0,69	desgl.	desgl.	„	trüb
	25	50	50	0,15	50	0,75	klar	„	„	„
	22,5	47,5	47,4	0,158	52,5	0,83	„	klar	schwach trüb	schwach trüb
	20	45	45	0,166	55	0,91	„	„	klar	desgl.
33	35	60	58,3	0,137	42,7	0,59	klar	klar	trüb	wenig Öl
	30	55	54,5	0,15	45,8	0,69	„	„	schwach trüb	schwach trüb
	27,5	52,5	52,4	0,158	48	0,75	„	„	klar	desgl.
	25	50	50	0,165	50	0,825	„	„	„	„
	22,5	47,5	47,4	0,174	52,5	0,91	„	„	„	klar
	20	45	45	0,183	55	1,01	„	„	„	„

Die Tabelle III umfaßt Kresollaugen mit 16—58% Kresol und 4—18% Natriumhydroxyd. Bei dem Versuche, mit möglichst niederem Alkaligehalt klare 5% Kresol enthaltende Verdünnungen zu erhalten, zeigte sich, daß dies bei allen Kombinationen erst bei einem gleichzeitigen Alkaligehalt von 1,5—1,6% (entsprechend 0,75—0,8% bei 2,5%iger Lösung in der Tabelle) gelingt, und daß sowohl Kresollaugen mit

niederem als solche mit hohem Kresolgehalt unbefriedigende Verdünnungen gaben, wenn dieser Alkaligehalt nicht erreicht wurde. Es ist also nicht möglich, durch Mischung kleinerer Kresolmengen mit verhältnismäßig großen Mengen verdünnterer Alkalilauge Lösungen zu erhalten, deren Verdünnungen möglichst wenig alkalisch sind. Andererseits geben auch die Kresollaugen mit dem hohen Kresolgehalt von 54 und 58% keine klaren 5% Kresol enthaltenden Verdünnungen. Dagegen wurden mit 25-, 30- und 33%iger Natronlauge 50%ige Kresollösungen erhalten, die sich in Wasser ohne Kresolausscheidung bis zu einem Gehalt von 5% Kresol lösen ließen. Eine dabei bleibende geringe Trübung ohne Abscheidung von Öltropfen wäre für die Desinfektionswirkung und die praktische Verwendung unbedenklich. In einigen Fällen haben sich auch anfangs klare Verdünnungen innerhalb von 24 Stunden getrübt. Dies rührt daher, daß durch Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft das freie Alkali in Natriumcarbonat übergeht, das kaum mehr ein Lösungsvermögen für Kresol besitzt.

Jedenfalls zeigten die Versuche, daß es zwecklos ist, die Kresolkonzentration von 50% zu unter- oder überschreiten. Die Verdünnungsversuche der Tabellen IV und V sind daher mit 50%igen Kresollaugen von verschiedenem Gehalt an Alkali angestellt. Zu ihrer Herstellung wurden zwei verschiedene Handelskresole (K und M) gebraucht. Tabelle IV zeigt, daß die Klarlöslichkeit in Wasser in den verschiedensten Verhältnissen um so besser ist, und die Lösung um so schneller eintritt, je höher der Alkaligehalt der Kresollauge ist. 25-, 30- und 33%ige Alkalilaugen geben mit dem Kresol M annähernd gleich gute Resultate, während sich das mit Kresol K und 25%iger Natronlauge hergestellte Kresolpräparat in der Tabelle V beim Verdünnen

Tabelle IV.

Verhalten verschiedener 50% Kresol enthaltender Kresollaugen beim Verdünnen (Kresol M).

Kresollauge aus gleichen Teilen Kresol M. und Natronlauge von %	Molekulares Verhältnis NaOH : Kresol	die 2,5% Kresol enthaltende Verdünnung enthält % NaOH	Verdünnungen mit einem Kresolgehalt von							
			2%	4%	5%	10%	20%	30%	40%	50%
7%	1 : 5,3	0,175	völlige Lösung bei Rühren	ebenso	Ölabscheidung	ebenso	ebenso	ebenso	ebenso	ebenso
8%	1 : 4,6	0,20	desgl.	„	desgl.	„	„	„	„	„
10%	1 : 3,7	0,25	„	„	trübe Lösung	Ölabscheidung	„	„	„	„
15%	1 : 2,5	0,375	bei schwachem Rühren Lösung	bei schwachem Rühren Lösung	bei schwachem Rühren Lösung	geringe Ölabscheidung	trübe Lösung	trübe Lösung	trübe Lösung	klare Lösung
20%	1 : 1,85	0,5	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	klare Lösung	klare Lösung	„
25%	1 : 1,48	0,625	sofort klare Lösung	sofort klare Lösung	sofort klare Lösung	klare Lösung	„	desgl.	„	„
30%	1 : 1,23	0,75	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	„	„	„	„
33%	1 : 1,12	0,825	„	„	„	„	klare Lösung	„	„	„

Tabelle V.

Verhalten einiger 50% Kresol enthaltender Kresollaugen beim Verdünnen (Kresol K).

50%ige Kresollauge hergestellt mit Natronlauge von %	Herstellung der Verdünnung	Befund	bei einem Kresolgehalt der Verdünnung von							
			2,5%	5%	7,5%	10%	12,5%	15%	20%	25%
25%	Kresol zu Wasser	sogleich	klar	trüb	sehr trüb	ebenso	klar	klar	klar	klar
		nach 24h	„	geringe Ölausscheidung	Ölausscheidung	„	„	„	„	„
30%	Wasser zu Kresol (destill. Wasser)	sogleich	„	etwas getrübt	trüb	trüb	„	„	„	„
		nach 24h	„	desgl.	„	„	„	„	„	„
	Kresol zu Wasser (destill. Wasser)	sogleich	„	„	„	„	„	„	„	„
		nach 24h	„	„	„	„	„	„	„	„
	Wasser zu Kresol (Leitungswasser)	sogleich	„	„	„	„	„	„	„	„
		nach 24h	schwach getrübt	„	„	„	„	„	„	„
	Kresol zu Wasser (Leitungswasser)	sogleich	klar	„	„	„	„	„	„	„
		nach 24h	schwach getrübt	„	„	„	„	„	„	„
33%	Wasser zu Kresol	sogleich	klar	klar	scwach getrübt	trüb	klar	„	„	„
		nach 24h	„	schwach getrübt	trüb	„	schwach getrübt	„	„	„
	Kresol zu Wasser	sogleich	„	klar	schwach getrübt	„	klar	„	„	„
		nach 24h	„	„	trüb	„	schwach getrübt	„	„	„

nicht ganz so günstig verhielt. Der Alkaligehalt der entstehenden Lösungen ist aber sehr erheblich; er beträgt in 2,5%iger Kresollösung = 0,625—0,825%. Derart alkalische Flüssigkeiten greifen nicht nur die Hände stark an, sondern ihre Anwendung ist auch sonst für viele Zwecke, wie für die Desinfektion von Leder, Wolle usw., ausgeschlossen. Ganz abgesehen von der noch zu erörternden geringen Desinfektionswirkung der Kresollaugen mit hohem Alkaligehalt erscheint bei den alkalireichen Kresollaugen schon durch diesen Nachteil der Vorzug ihrer Leichtlöslichkeit in allen Verhältnissen in Wasser zu teuer erkauft.

Übergießt man nun eine gemessene Menge Kresollauge auf einmal mit der ganzen, für eine Verdünnung von 2% Kresolgehalt nötigen Menge Wasser, so tritt in jedem Fall, ob 7- oder 33%ige Natronlauge zu ihrer Herstellung verwendet war, beim Rühren oder Schütteln eine klare Lösung ein. Wird aber die zur Verdünnung bestimmte Wassermenge nicht auf einmal, sondern allmählich zugegeben, wie es bei der Herstellung größerer Mengen von Desinfektionsmittellösungen nicht zu umgehen ist, so kann es bei den Kresollaugen, die mit einer schwächeren als 15%igen Natronlauge hergestellt sind, zur Ausscheidung ölförmigen Kresols kommen, da die Verdünnungen solcher schwächeren Kresollaugen (vergl. Tabelle IV) bei einem Gehalt von

10 und mehr % Kresol keine klare Lösung geben, sondern Kresol in Tropfenform ausscheiden. Die ausgeschiedenen Kresoltropfen fließen zusammen und sind dann auch bei weiterem Wasserzusatz nur schwer wieder in Lösung zu bringen. Man kann eine solche Kresolausscheidung aber dadurch vermeiden, daß man die berechnete Menge Kresollauge in die ganze zur Verdünnung bestimmte Wassermenge unter Umrühren eingießt. Man erhält so auch mit den Kresollaugen aus 7—10%iger Natronlauge klare Lösungen von einem in Tabelle IV errechneten Alkaligehalt, der wesentlich hinter dem der Verdünnungen von Kresollaugen aus hochprozentigen Alkalilösungen zurückbleibt und für manche Zwecke unschädlich sein dürfte.

Bei den stark alkalihaltigen Kresollaugen ist es dagegen, wie Tabelle V zeigt, gleichglütig, ob die Verdünnung durch Zugießen der Kresollauge zu Wasser oder umgekehrt hergestellt wird. Auch hartes Wasser verhält sich dabei nicht anders als destilliertes.

Die stärker alkalischen Präparate geben sofort klare Verdünnungen (s. Tab. IV). Dagegen sind zur Herstellung einer klaren Lösung aus den Kresollaugen, die mit 7,5—20%iger Natronlauge gewonnen sind, beim Umrühren, je nach dem Alkaligehalt des Präparats, verschieden lange Zeiten nötig. Die zur Herstellung von 500 ccm 1%iger Kresollösung aus den schwächer alkalihaltigen Kresollaugen beim Eingießen in Wasser unter Umrühren mit einem Glasstab gebrauchten Zeiten sind in Tabelle VI angegeben.

Tabelle VI.

Feststellung der Zeit, die zur Herstellung 1% Kresol enthaltender Verdünnungen aus 50%igen Kresollaugen mit verschiedenem Alkaligehalt nötig ist.

Kresollauge hergestellt aus Natronlauge von	zur Herstellung 1% Kresol enthaltender Verdünnungen wurden gebraucht	im Durchschnitt
7,5 %	2', 2'30", 2', 1'30", 3'	2'10"
10 %	1'30", 2'00", 1'35", 1'40", 1,50", 1'20", 2', 1'45", 2'15"	1'46"
12,5 %	1'50", 1'50", 1'30", 2'15", 2'	1'53"
15 %	1'30", 1'50", 1'30", 1'15"'	1'31"
20 %	30", 1', 30", 30", 45", 2'	53"
Rohkresol ohne Lauge	4'50", 4'45"	4'45"

In großem Maßstab wird man Verdünnungen zweckmäßig so darstellen, daß die Kresollauge in dünnem Strahl unter stetem Umrühren oder Schütteln langsam in das Wasser eingegossen und das Rühren oder Schütteln so lange fortgesetzt wird, bis eine entnommene Probe im durchfallenden Licht keine suspendierten Tröpfchen mehr zeigt. Das erfordert natürlich eine gewisse Aufmerksamkeit des Desinfektors und erschwert die Anwendung der Kresollaugen.

Auch ohne Anwendung eines Lösungsmittels kann Kresol bis zu etwa 2% bei kräftigem Umrühren unmittelbar in Wasser gelöst werden. Zur Herstellung solcher Kresollösungen ist aber noch erheblich längere Zeit nötig (s. Tab. VI) als zur Be-

reitung der Verdünnungen mit den auch nur wenig Alkali enthaltenden Kresollaugen; denn diese Kresollaugen lassen sich leicht in Form feiner Tröpfchen, die sich durch ihre verhältnismäßig große Oberfläche schnell in Wasser lösen, in der Flüssigkeit verteilen, während die Kresole die Neigung haben, sich beim Eingießen in Wasser in einer zusammenhängenden Schicht am Boden festzusetzen, aus der sie nur schwer mehr in Lösung zu bringen sind.

Zur Herstellung der Kresollaugen wird das Kresol mit dem gleichen Volumen Natronlauge von bestimmtem Gehalt unter Kühlhalten vermischt, da sich Kresol mit Natriumhydroxyd unter Erwärmen verbindet, höhere Temperaturen aber wegen der Gefahr der teilweisen Verharzung zu vermeiden sind. Die berechneten Mengen festes Natriumhydroxyd, Kresol und Wasser zusammenzugeben, empfiehlt sich nicht, da sich das feste Natriumhydroxyd in der Kresol-Wassermischung sehr schlecht löst. Ein Raumteil der so bereiteten Lösungen enthält infolge des höheren spezifischen Gewichts des Kresols dann etwas mehr als $^1/_2$ Gewichtsteil Kresol.

Eine molekulare Mischung würde die von 50 Raumteilen 37%iger Natronlauge und 50 Gewichtsteilen Kresol sein. Eine solche Mischung beider Flüssigkeiten erstarrt aber beim Abkühlen kristallinisch, da die Löslichkeit des Natriumkresolats in Wasser überschritten ist. Dagegen ist die Mischung mit 33%iger Natronlauge haltbar.

Die Kresollauge aus 15%iger Natronlauge enthält etwa $^{12}/_{20}$, die aus 20%iger $^9/_{20}$, aus 25%iger $^7/_{20}$, aus 30%iger $^4/_{20}$ und die aus 33%iger $^1/_{20}$ Kresol im Überschuß über die vorhandene Menge Alkali.

Das Keimtötungsvermögen der Kresollaugen.

Methodik: Zu den Versuchen benützte ich, wie seit Jahren zu Desinfektionsversuchen, Läppchen aus Baumwollbattist von gleicher Größe (etwa 8 : 12 mm), die durch $^1/_4$-stündiges Liegen in dichten Aufschwemmungen von Bakterien infiziert, dann nebeneinander in Schalen eingelegt und in diesen noch feucht mit der Lösung des auf sein Keimtötungsvermögen zu prüfenden Mittels übergossen werden. Nach den vorgesehenen Zeiten wird je ein Läppchen mit einer platinbeschuhten Pinzette entnommen, aus einer 1 ccm-Pipette mit etwa 15 Tropfen einer zur mechanischen Abschwemmung und Lösung des noch an dem Läppchen haftenden Desinfektionsmittels geeigneten Flüssigkeit betropft und dann in ein Röhrchen mit 12 ccm Bouillon übertragen.

Diese Arbeitsweise hat vor der Verwendung von Suspensionen den Vorzug, daß die Mitübertragung kleiner den Testobjekten anhaftender Mengen der Desinfektionsmittel in das Nährmedium und die dadurch bedingte, eine Abtötung vortäuschende Entwicklungshemmung der verimpften Keime so gut wie ganz vermieden wird, denn das Abtropfen und das Waschen der Läppchen evtl. unter Zugabe eines Neutralisations- bezw. Entgiftungsmittels ist in der Regel ausreichend, um auch die letzten Spuren der den Testobjekten anhaftenden Desinfektionsmittellösung zu beseitigen. Selbst wenn die dem Läppchen nach Entfernung aus der zu prüfenden Lösung nach kurzem Abschütteln noch anhaftende Flüssigkeitsmenge einen Tropfen betragen sollte, ist schon nach Zusatz und Abfließenlassen des ersten Tropfens der Waschflüssigkeit

die Konzentration des Desinfiziens am Läppchen um die Hälfte vermindert und nach dem zweiten Tropfen nur noch etwa $^1/_4$ so groß, und so geht die Verdünnung im Quadrate weiter, so daß nach dem 15. Tropfen die Anfangskonzentration des Desinfektionsmittels auf etwa den 30000. Teil gesunken ist. Eine so minimale Menge des benutzten Desinfektionsmittels wird in der Regel nicht mehr entwicklungshemmend wirken können. Dagegen hat bei der Suspensionsmethode die Mitübertragung geringer Mengen des Desinfektionsmittel schon vielfach zu Täuschungen geführt. So[1]) macht Gruber bei der Prüfung des oben erwähnten Solutols darauf aufmerksam, daß das scheinbar bessere Desinfektionsvermögen des Rohsolutols im Vergleich zum Reinsolutol vermutlich darauf beruhe, daß die im Rohsolutol als Verunreinigung enthaltenen Kohlenwasserstoffe, Pyridin usw., also Stoffe, die so gut wie kein Keimtötungsvermögen besitzen, im Nährmedium entwicklungshemmend wirken. In der Tat hindern derartige aromatische Kohlenwasserstoffe in minimalen Konzentrationen schon die Entwicklung der meisten Bakterienarten im Nährboden. So sind auch die befremdenden Ergebnisse der Lancetmethode, bei der die unreinsten Kresolpräparate als gut wirkende Desinfektionsmittel erscheinen, auf die Mitübertragung der Teeröle aus dem Desinfektionsmittel in die Nährflüssigkeit zurückzuführen. Einen besonders bemerkenswerten Fall bildet in dieser Hinsicht die frühere Empfehlung des Cyllins, eines Kohlenwasserstoffe enthaltende Kresolpräparats, auf Grund solcher Versuche zur Desinfektion von milzbrandinfiziertem Material (Haare, Borsten), da es so wenig wie andere Kresolpräparate eine Wirkung auf Milzbrandsporen haben konnte, und wie Lange[2]) nachwies, auch in der Tat nicht hat. Die günstigen, seinerzeit von Page[3]) erhaltenen Ergebnisse waren durch die Entwicklungshemmung der Bakterien infolge der von ihm benutzten Methodik vorgetäuscht werden.

Vor der Verwendung angetrockneter Keime verdienen bei solchen Versuchen die adsorbierten feuchten Bakterien den Vorzug, weil die meisten Bakterienarten durch den Trocknungsprozeß in ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Desinfektionsmittel erheblich beeinträchtigt werden und daher nur an feuchten Testobjekten ihre tatsächliche Resistenz erkennen lassen. Gegen stark wirkende, in wenigen Minuten abtötende Lösungen erscheint zwar die Widerstandskraft trockener Testobjekte meist größer als die feuchter, so z. B. in den vorliegenden Versuchen (Tabelle VII) bei den hohen Kresolkonzentrationen. Diese Erscheinung beruht aber wohl nicht auf einer höheren Resistenz der trockenen Testobjekte, sondern ist darin begründet, daß einige Zeit vergeht, bis sich die trockenen Bakterien mit Feuchtigkeit vollsaugen und das Desinfektionsmittel aufnehmen. Bei den schwächeren und deshalb langsamer wirkenden Konzentrationen der Desinfektionsmittel tritt die höhere Resistenz der feuchten Bakterien deutlich hervor.

Gegenüber der Benutzung von Granaten hat die Verwendung der Läppchen — wenigstens wenn die überlebenden Keime nicht ausgezählt werden sollen — den Vorzug, daß diese an ihrer großen Oberfläche einer größeren Zahl von Keimen Raum bieten, und daß das Arbeiten mit ihnen (das Imprägnieren mit den Testkeimen, die

---

[1]) Das österreichische Sanitätswesen, 1893, Nr. 32—34.
[2]) Lange, Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte 45, 92, 1913.
[3]) Page, The journal of hygiene 9, 279, 09.

Tabelle

Einwirkung von Kresollösungen ohne und mit teilweiser und völliger Ab-

Versuch Nr.	Kresolkonzentration %	Zusatz	Testobjekt	Wachstum nach						
				5	10	15	20	25	30	35
I	0,54	ohne Zusatz	Staphylokokken (trocken)	+	+	+	+	+	+	—
	„	mit 1/3 Äquivalent NaOH	desgl.						+	+
	„	„ 2/3 „ „	„							
	„	„ 3/3 „ „	„							
II	„	ohne Zusatz	Bact. coli (trocken)	+	+	+	+	+	+	+
	„	mit 1/3 Äquivalent NaOH	desgl.				+	+	+	+
	„	„ 2/3 „ „	„						+	+
	„	„ 3/3 „ „	„							
III	1,08	ohne Zusatz	Staphylokokken (feucht)	+	—	—	—	—	—	
	„	mit 1/3 Äquivalent NaOH	desgl.	+	+	+	+	+	+	+
	„	„ 2/3 „ „	„							
	„	„ 4/5 „ „	„							
	„	„ 3/3 „ „	„							
IV	„	ohne Zusatz	Bact. coli (feucht)	+	—	—	—	—	—	
	„	mit 2/3 Äquivalent NaOH	desgl.							
	„	„ 3/3 „ „	„							
V	0,75	ohne Zusatz	Staphylokokken (feucht)						+	+
	„	mit 4/5 Äquivalent NaOH	desgl.							
VI	1,08	ohne Zusatz	„	+	—	—	—	—	—	
	„	mit 4/5 Äquivalent NaOH frische Lösung	„							
	„	mit 4/5 Äquivalent NaOH 8 Tage alte Lösung	„						+	

Entfernung des Desinfektionsmittels und die Verimpfung in das Nährmedium) bequemer ist als bei den schwer faßbaren Granaten, Die früher viel verwendeten Fäden aus geflochtener Seide sind seit Gepperts Feststellungen[1]) für Versuche mit Lösungen von Desinfektionsmitteln fast ganz verlassen worden. Sie haben den Nachteil, daß Seide viele Desinfektionsmittel chemisch bindet oder adsorbiert, wodurch dann nach der Überimpfung die Bakterienentwicklung in den Nährmedien gehemmt werden kann. Auch können sich in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen zusammengeflochtenen Seidenfäden Luftblasen festsetzen, welche die Keime vor der Berührung mit der desinfizierenden Lösung schützen. Für alkalihaltige Lösungen, wie bei Versuchen mit Kresollaugen, sind Seidenfäden aber überhaupt nicht brauchbar, weil Seide in Alkali quillt und sich löst. Der Nachteil der chemischen Bindung von Desinfektions-

[1]) Berlin klin. Wochenschr. 1889, 789; 1890, 256. Deutsche mediz. Wochenschr. 1891, 797.

VII.

sättigung durch Natriumhydroxyd auf Staphylokokken und Bacterium coli.

Einwirkungszeit in Minuten

40	45	50	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300
+	+	—	—	—	—	—	—												
+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—								
			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—
							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
—	—	—	—	—	—														
+	+	—	—	—	—	—	—												
+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—								
			+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—				
+	+	+	—	—	—														
			+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
							+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—
							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			+	+	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—				
							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	—	+	—	—	+	—	—	—	—								
			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
							+	+	+	+	+	+	+	+	+				
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				

mitteln trifft für Cellulose, aus der der Baumwollbatist besteht, nicht zu und selbst kleinste Luftblasen sind leicht mit bloßem Auge an den durchsichtigen Läppchen zu erkennen und durch Umwenden der Läppchen zu beseitigen.

Ergebnisse der Versuche:

Gruber (s. o.) hat die im Vergleich mit gleichprozentigen reinen Kresollösungen geringere Wirkung der Solutollösungen auf ihren Gehalt an Alkali zurückgeführt. Im Solutol ist nämlich der weitaus größte Teil des Kresols an Alkali gebunden. Es war nun von Interesse festzustellen, in welchem Maße die keimtötende Wirkung von Kresollösungen gegenüber mehreren Bakterienarten durch teilweise und völlige Bindung an Alkali herabgesetzt wird. In der Tabelle VII sind 6 Versuchsreihen zusammengestellt, in denen bei gleichem Kresolgehalt reine Kresollösungen und solche mit steigendem Gehalt an Alkali auf Staphylokokken und Bacterium coli in feuchtem

Tabelle

Versuche über die Löslichkeit und das Keimtötungsvermögen einer Anzahl
einem Alkaligehalt

Reihen-Nr.	25 cm Natronlauge von %	mit g Kresol	mit Wasser aufgefüllt auf ccm	geben eine Kresollauge mit		Molekulares Verhältnis von Kresol : NaOH	die Ver-
				% Kresol	% NaOH		1,5 % Kresol
30 a	30	10	35	28,5	21,4	1 : 2	klar
b		15	40	37,5	18,8	1 : 1,35	„
c		20	45	44,5	16,8	1 : 1,01	„
d		25	50	50,0	15,0	1 : 0,81	„
e		30	55	54,5	13,6	1 : 0,68	„
f		35	60	58,3	12,5	1 : 0,58	„
25 a	25	10	35	28,5	17,8	1 : 1,7	„
b		15	40	37,5	15,6	1 : 1,12	„
c		20	45	44,5	14,0	1 : 0,85	„
d		25	50	50,0	12,5	1 : 0,67	„
e		30	55	54,5	11,3	1 : 0,56	„
f		35	60	58,3	10,4	1 : 0,48	„
20 a	20	10	35	28,5	14,3	1 : 1,25	„
b		15	40	37,5	12,5	1 : 0,9	„
c		20	45	44,5	11,1	1 : 0,75	„
d		25	50	50,0	10,0	1 : 0,55	„
e		30	55	54,5	9,1	1 : 0,45	„
f		35	60	58,3	8,3	1 : 0,38	„
15 a	15	10	35	28,5	10,7	1 : 1,01	„
b		15	40	37,5	9,4	1 : 0,68	„
c		20	45	44,5	8,4	1 : 0,5	„
d		25	50	50,0	7,5	1 : 0,4	„
e		30	55	54,5	6,8	1 : 0,34	R klar
f		35	60	58,3	6,3	1 : 0,29	R klar
10 a	10	10	35	28,5	7,2	1 : 0,67	klar
b		15	40	37,5	6,2	1 : 0,45	„
c		20	45	44,5	5,6	1 : 0,34	R klar
d		25	50	50,0	5,0	1 : 0,27	R klar
e		30	55	54,5	4,5	1 : 0,225	R klar
f		35	60	58,3	4,2	1 : 0,19	R klar

und angetrocknetem Zustand einwirkten. Man sieht in allen Versuchen den stufenweisen Abfall der Desinfektionswirkung mit steigendem Gehalt an Alkali. Schon die Neutralisation von 1/3 des Kresols in den Versuchen I, II und III bewirkt einen starken Rückgang der Abtötungsgeschwindigkeit, bei 2/3-Sättigung ist das Keimtötungsvermögen auf einen Bruchteil des der reinen Kresollösung gesunken und bei einem Zusatz von Alkali, der dem ganzen Kresolgehalt entspricht, trat bei Staphylokokken und frischen Coli-Kulturen in 5 Stunden keine Abtötung ein; gegenüber angetrockneten Coli-Bakterien wirkte die Lösung etwas stärker. Nach 24 Stunden war in keinem Fall mehr Wachstum nachzuweisen.

VIII.
von Kresollaugen mit einem Kresolgehalt zwischen 58 und 28 % und zwischen 21 und 4 %.

dünnung mit		Abtötung von Staphylokokken		Typhusbacillen
2,5 % Kresol	5,0 % Kresol	durch die Verdünnung mit einem Gehalt von 2,5 % Kresol in	1,5 % Kresol in	1,5 % Kresol in
klar	klar	60 Min.	nicht in 300 Min.	
„	„	120 Min.	„ „ 300 „	nicht in 180 Min.
„	„	nicht in 120 Min.[1]	„ „ 300 „	60 Min.
„	„	„ „ 120 „ [2]	240 Min.	30 Min.
„	trüb	75 Min.	240 Min.	
R klar	trüb	60 Min.	180 Min.	
klar	klar	90 Min.	nicht in 300 Min.	
„	„	nicht in 120 Min.[1]	„ „ 300 „	nicht in 180 Min.
„	„	„ „ 120 „	„ „ 300 „	30 Min.
„	schwach trüb	60 Min.	240 Min.	15 Min.
„	„ „	90 Min.	150 Min.	
R klar	Öl	20 Min.	150 Min.	
klar	klar	nicht in 120 Min.[1]	nicht in 300 Min.	
„	schwach trüb	„ „ 120 „ [1]	300 Min.	60 Min.
„	„ „	120 Min.	180 Min.	15 Min.
„	„ „	50 Min.	150 Min.	15 Min.
R klar	Öl	15 Min.	120 Min.	
trüb	Öl	5 Min.	150 Min.	
klar	klar	nicht in 120 Min.[1]	nicht in 300 Min.	
„	trüb	75 Min.	180 Min.	15 Min.
„	Öl	75 Min.	120 Min.	15 Min.
R klar	„	10 Min.	90 Min.	
R klar	„	10 Min.	150 Min.	
trüb	„	10 Min.	90 Min.	
klar	trüb	15 Min.	nicht in 180 Min.	
R klar	Öl	10 Min.		
R klar	„	5 Min.	90 Min.	
trüb	„		60 Min. (nicht in 30 Min.)	
trüb	„			
trüb	„			

R = erst auf Umrühren in Wasser löslich.

Nach diesen Ergebnissen kommt dem Kresol-Natrium eine nennenswerte Desinfektionswirkung gegen resistentere Bakterienarten nicht zu. Auch sind danach die Kresollaugen um so schlechter wirkende Desinfektionsmittel je alkalireicher und — nach dem oben Ausgeführten — je leichter löslich sie sind. Kresollösungen mit einem Zusatz von $^4/_5$ Äquivalenten Natriumhydroxyd entsprechen Verdünnungen einer Kresollauge, die aus gleichen Teilen 30%iger Natronlauge und Kresol hergestellt ist.

[1]) in einem weiteren Versuch auch nicht Abtötung in 300 Min.
[2]) in einem weiteren Versuch Abtötung in 300 Min.

Acht Tage alte Kresolalkali-Verdünnung hatte — s. Tab. VII, Versuch VI — dagegen im Vergleich mit frisch bereiteter Verdünnung von gleichem Kresolgehalt ein recht starkes Keimtötungsvermögen, da hier durch die Kohlensäure der Luft das Alkali in Carbonat übergeführt und das Kresol in Freiheit gesetzt worden war.

Es wurden nun weitere Versuche nach der Richtung vorgenommen, doch vielleicht Mischungsverhältnisse zwischen Kresol und Alkali zu finden, bei denen sich eine erträgliche Löslichkeit des Präparats in Wasser mit ausreichender Desinfektionskraft vereinigte. Ähnlich wie in den Versuchen der Tabelle III wurden verschiedene Mengen Kresol mit verschieden konzentrierten Laugen gemischt — s. Tabelle VIII —, die klaren Kresollaugen dann in solchem Verhältnis in Wasser gelöst, daß 1,5-, 2,5- und 5%ige Kresollösungen entstanden. Dabei wurde jeweils gleichzeitig die Leichtigkeit der Herstellung der Lösung und das Aussehen der entstandenen Verdünnung geprüft. Ferner wurde das Keimtötungsvermögen der 2,5 und 1,5% Kresol enthaltenden Verdünnungen gegenüber Staphylokokken und Typhusbacillen festgestellt. Die ganzen Vertikalreihen der Tabelle VIII mit 2,5 und 1,5% Kresol enthaltenden Verdünnungen wurden an Staphylokokken, die mit 1,5%igen Lösungen auch an Typhusbacillen je in einem Versuch mit gleichmäßig hergestellten Testobjekten durchgeprüft. Die einzelnen Versuchsreihen vollständig wiederzugeben würde zu weit führen, es sind deshalb nur die Endergebnisse in der Tabelle aufgeführt. Übersichtlicher wird das Ergebnisse der Versuche noch, wenn die Kresollaugen aus den verschiedenen Reihen nach sinkendem Gehalt an Alkali angeordnet verglichen werden, wie dies in Tabelle IX (S. 571) geschehen ist.

Bei dem verhältnismäßig hohen Alkaligehalt der Kresollaugen 30a, 25a, 30b — 2 bis 1,35 Moleküle Alkali auf 1 Molekül Kresol — wirken die 2,5% Kresol enthaltenden Verdünnungen in 60—120 Minuten abtötend auf Staphylokokken. Das Keimtötungsvermögen dürfte hier im wesentlichen dem freien in der Verdünnung vorhandenen Alkali zuzuschreiben sein. Dagegen ist bei einem molekularen Verhältnis von Kresol : Natriumhydroxyd von 1 : 1,1 bis 1 : 0,8 (die Kresollaugen 20a, 25b, 15a, 30c, 20b, 25c, 30d der Tabelle) die Abtötung der Staphylokokken durch die 2,5% Kresol enthaltenden Verdünnungen noch nicht in 2 Stunden, in einer weiteren Versuchsreihe sogar nach 4—5 Stunden nicht erreicht worden. Erst bei einem molekularen Verhältnis von 1 : 0,68, bei dem also etwa 1/3 des Kresols nicht an Alkali gebunden ist, wird die Desinfektionswirkung der 2,5% Kresol enthaltenden Lösungen eine bessere und erreicht bei Halbsättigung, bei der die Lösung bei einem Gesamtgehalt von 2,5% also etwa 1,25% freies Kresol enthält, eine erhebliche Stärke.

Die 1,5% Kresol enthaltenden Verdünnungen haben durchweg geringes Keimtötungsvermögen gegenüber Staphylokokken, bei verhältnismäßig hohem Alkaligehalt erfolgt keine Abtötung in 5 Stunden und auch bei nur 1/3 Absättigung des Kresols durch Alkali noch nicht immer in 1 1/2 Stunden, weil der absolute Gehalt dieser Lösungen an freiem Kresol geringer ist, als bei den entsprechenden ziemlich stark auf Staphylokokken wirkenden 2 1/2%igen Verdünnungen.

Viel empfindlicher erwiesen sich dagegen Typhusbacillen gegen Kresollaugen. Sie wurden schon durch die auf Staphylokokken fast unwirksamen Kresolnatrium-

Tabelle IX.

Die Ergebnisse der Desinfektionsversuche aus Tabelle VIII, angeordnet nach fallendem molekularem Verhältnis von Kresol zu Natriumhydroxyd.

Reihen-Nr.	Molekulares Verhältnis von Kresol : NaOH	Abtötung von Staphylokokken		Typhusbacillen
		durch Verdünnung mit einem Gehalt von		
		2,5 % Kresol in	1,5 % Kresol in	1,5 % Kresol in
30a	1:2	60 Min.	nicht in 300 Min.	
25a	1:1,7	90 Min.	„ „ 300 „	
30b	1:1,35	120 Min.	„ „ 300 „	nicht in 180 Min.
20a	1:1,25	nicht in 120 Min.[1]	„ „ 300 „	
25b	1:1,12	„ „ 120 „ [1]	„ „ 300 „	nicht in 180 Min.
15a	1:1,01	„ „ 120 „ [1]	„ „ 300 „	
30c	1:1,01	„ „ 120 „ [1]	„ „ 300 „	60 Min.
20b	1:0,9	„ „ 120 „ [1]	300 Min.	60 Min.
25c	1:0,85	„ „ 120 „	nicht in 300 Min.	30 Min.
30d	1:0,81	„ „ 120 „ [2]	240 Min.	30 Min.
20c	1:0,75	120 Min.	180 Min.	15 Min.
30e	1:0,68	75 Min.	240 Min.	
15b	1:0,68	75 Min.	180 Min.	15 Min.
25d	1:0,67	60 Min.	240 Min.	15 Min.
30f	1:0,58	60 Min.	180 Min.	
25e	1:0,56	90 Min.	150 Min.	
20d	1:0,55	50 Min.	150 Min.	15 Min.
15c	1:0,5	75 Min.	120 Min.	15 Min.
25f	1:0,48	20 Min.	150 Min.	
20e	1:0,45	15 Min.	120 Min.	
10b	1:0,45	10 Min.		
15d	1:0,4	10 Min.	90 Min.	
20f	1:0,38	5 Min.	150 Min.	
15e	1:0,34	10 Min.	150 Min.	
10c	1:0,34	5 Min.	90 Min.	
15f	1:0,29	10 Min.	90 Min.	
10d	1:0,27		60 Min. (nicht 30 Min.)	

lösungen, in denen von der hydrolytischen Spaltung abgesehen alles Kresol an Alkali gebunden ist, bei einem Kresolgehalt von 1½ % in 60 Minuten abgetötet (Kresollaugen 30c und 20b), bei ⅘-Sättigung (25c, 30d) war die Abtötung nach 30 Minuten und bei ½—¾-Sättigung nach 15 Minuten eingetreten. Die Typhusbacillen zeigten sich somit auch wesentlich empfindlicher als die Colibacillen, wie aus den Versuchen der Tabelle VII hervorgeht. Die Anwendung der Kresollaugen kann daher für den besonderen Zweck der Stuhldesinfektion unter Umständen in Betracht zu ziehen sein.

Um die Vernichtung resistenterer Bakterienarten wie z. B. der Staphylokokken zu erreichen, müßte die Kresolkonzentration der anzuwendenden Verdünnungen auf mindestens 2,5 % gesteigert werden. Um dabei den Alkaligehalt möglichst niedrig

[1]) in einem weiteren Versuch auch nicht Abtötung in 300 Min.

[2]) in einem weiteren Versuch Abtötung in 300 Min.

zu halten, habe ich in demselben Versuch gleichzeitig geprüft, wie sich die gegenüber Staphylokokken und Typhusbacillen wirksamen 2,5 bezw. 1,5 % Kresol enthaltenden Verdünnungen aus den entsprechenden Kresollaugen herstellen lassen und wieviel Alkali jeweils diese Lösungen enthalten.

Es ergab sich, daß sich die auf Typhusbacillen gut wirkenden, 1,5 % Kresol enthaltenden Verdünnungen leicht durch Eingießen und Umrühren der Kresollaugen in Wasser gewinnen lassen, wie dies z. B. bei der aus 15 %iger Natronlauge hergestellten, 50 % Kresol enthaltenden Kresollauge 15d in der Tabelle VIII ersichtlich ist. Auch der Alkaligehalt dieser Verdünnung ist mit etwa 0,25 % Natriumhydroxyd ein mäßiger. Dagegen sind die Kresollaugen, deren 2,5 % Kresol enthaltende Verdünnungen befriedigend auf Staphylokokken wirken, also Präparate mit höchstens Halbsättigung des Kresols durch Alkali (die Kresollaugen 25f—15f der Tabelle IX), wie Tabelle VIII zeigt, erst nach längerem Umrühren in Wasser zu 2,5 % Kresol enthaltenden Verdünnungen in Lösung zu bringen. Der Alkaligehalt der so erhaltenen Verdünnungen ist mit 0,35—0,5 % dabei ebenfalls schon wesentlich gesteigert.

Beide Umstände erschweren natürlich die Verwendung der Kresollaugen für die praktische Desinfektion, und es schließen sich nach den Ergebnissen dieser Versuche bei der Verwendung gegen resistentere Krankheitserreger bei den Kresollaugen Leichtlöslichkeit in Wasser und ausreichende Desinfektionswirkung gegenseitig aus.

Wenn vorgeschlagen wurde, die Kresollaugen zur Desinfektion von infizierten Fußböden, Wänden usw. zu gebrauchen, da die Kohlensäure der Luft das Kresol aus der Kresolalkaliverbindung freimache und zur Wirkung bringe, so ist dies eine — und dabei nicht einmal sehr wichtige — Verwendungsart, für die die Kresollaugen in Betracht kommen könnten, wenn sie nicht infolge der alkalischen Reaktion auf den Anstrich oder Linoleumbelag und bei wiederholter Anwendung auch auf das Holz der Fußböden nachteilig wirken würden.

Verwendung der Kresollaugen zur Stuhldesinfektion.

Wenn derart stark alkalische Mittel wie die Kresollaugen nach den angeführten Versuchsergebnissen auch zur Desinfektion von infizierten Gebrauchsgegenständen und Räumen wegen der nachteiligen Einwirkung des Alkalis auf Stoffe, Farben, Leder, Anstriche für eine allgemeinere Anwendung nicht in Betracht kommen, so habe ich doch wegen ihrer günstigeren Wirkung auf Typhuskeime ihre Verwendungsmöglichkeit für die Stuhldesinfektion näher geprüft. Auch schien mir für diese Verwendungsart der Kresollaugen ihr Alkaligehalt weniger störend, sondern unter Umständen sogar eher förderlich zu sein.

In Abfällen, Exkrementen, Jauche usw. sind die Bakterien meist eingebettet in organisches Material, Eiweiß, eiweißartige Stoffe und Fette. Da Alkali eiweißartige Stoffe zur Quellung und Lösung bringt und auch Fette durch Verseifung und Emulgierung in gelöste Form überführt und so die Bakterien freilegt, erscheinen zur Desinfektion derartiger Stoffe alkalische Mittel besonders brauchbar. Aus diesem Grunde wird ja auch die Kalkmilch ihrer alkalischen Reaktion wegen vielfach angewandt. Kresollaugen aber erscheinen hierzu noch besonders geeignet, weil bei ihnen zu der

Wirkung des Alkalis die des Kresols hinzutritt und weil die keimtötende Wirkung des Kresols in solchen Mischungen wesentlich höher sein dürfte als in den rein wässerigen Lösungen der Kresollauge, da in den ersteren das Alkali durch Bindung an die eiweißartigen Stoffe und Fette, wie an die in gärenden Substraten vorhandenen Säuren und schließlich auch durch Umsetzung mit den Salzen schwacher organischer Basen dem Kresol entzogen und dieses so in Freiheit gesetzt wird. Zu der auflösenden, die Bakterien frei legenden Wirkung des Alkali dürfte also bei Verwendung von Kresollaugen zur Desinfektion von Stuhlausscheidungen u. dergl. als günstiges Moment hinzukommen, daß dabei ein großer Teil des Kresols in freiem, nicht mehr an Alkali gebundenem, also stärker wirksamem Zustand auf die Keime einwirkt, Aus derartigen Überlegungen heraus war wohl auch von Hueppe schon die Verwendung des Solutols für die grobe Desinfektion vorgeschlagen worden, doch sind besondere Desinfektionsversuche hierüber nicht veröffentlicht.

Die Versuche wurden an normalem Stuhlgang von verschiedener Konsistenz angestellt, wobei dieser mit etwa dem gleichen Volumen 2,5 % Kresol enthaltender Verdünnung einer Kresollauge ohne Umrühren übergossen wurde. Die Kresollauge wurde hergestellt aus gleichen Raumteilen 30 %iger Natronlauge und Rohkresol; sie enthielt also 50 % Kresol und wurde im Verhältnis 1 : 20 in Wasser gelöst. Die Verdünnung in Wasser erfolgte in gleich leichter Weise wie bei der Kresolseife. Nach bestimmten Zeiten wurde je eine Schleimflocke und ein festerer brockenförmiger Partikel der Mischung entnommen. Die Flocke wurde mit physiologischer Kochsalzlösung abgespült und in der üblichen Weise mit dem Spatel auf 2 Drigalskiagarplatten verstrichen. Der Brocken wurde in einer Schale unter Zusatz einer reichlichen Menge Kochsalzlösung zerdrückt, etwas von dem festen Material mit einer Öse entnommen und auf 3 Drigalskiagarplatten ausgestrichen. Nach 24 stündigem Aufenthalt im Brutschrank wurden die Platten daraufhin durchgesehen, ob sehr viele (+ + +), viele (+ +), wenige (+) oder gar keine (—) Colikeime zur Entwicklung gekommen waren. Unter den gleichen Verhältnissen wurden in Parallelversuchen auch Kresolseife nach den Vorschriften der 4. und 5. Ausgabe des Deutschen Arzneibuchs, Lysol und Kresolschwefelsäure je in 2,5 % Kresol enthaltender Verdünnung und 2 %ige rein wässerige Kresollösung auf ihre Desinfektionswirkung geprüft. Die Befunde sind in Tabelle X (S. 574) eingetragen.

Von keinem Desinfektionsmittel waren nach dieser Tabelle die Colibacillen in 3—4 Stunden regelmäßig abgetötet, nach 24 Stunden waren sie aber nur in wenigen Fällen noch nachzuweisen. Im Vergleich mit den anderen Mitteln hat hier die Kresollauge nicht schlechter, sondern in einzelnen Versuchsreihen, so in den Versuchen 5, 6 und 7, sogar wesentlich besser gewirkt. Vor den anderen Mitteln zeichnete sich die Kresollauge jedenfalls dadurch aus, daß sie den geformten Kot mehr zum Zerfallen brachte, als diese und auch den breiigen Kot in dünnflüssigere Beschaffenheit überführte. Rechet man hinzu, daß Typhusbacillen nach den oben angeführten Versuchen wesentlich empfindlicher gegen Kresollaugen sind, als Colibacillen, so erscheint eine praktische Erprobung der Kresollaugen gerade für die Stuhldesinfektion und entsprechende Anwendungsarten in gewisser Hinsicht aussichtsvoll. Vor der

Tabelle X.

Vergleichende Versuche über die Einwirkung von Kresollauge und anderer Desinfektionsmittel auf Bact. coli in Stuhl.

Versuch Nr.	Konsistenz des Stuhls	Desinfektionsmittel	Befund von Bact. coli nach einer Einwirkungszeit von									
			1 h		2 h		3 h		4 h		24 h	
			in Flocke	in Brocken	in Flocke	in Brocken	in Flocke	in Brocken	in Flocke	in Brocken	in Flocke	in Brocken
I	mit Urin zum Brei verrieben	Kresollauge	−		−	++						
		Kresolseife DAB 5	+++		+++	++						
		„ „ 4	+++		+++	+++						
		Lysol	+++		++	+++						
		Kontrolle	+++									
II	Kotballen und Urin	Kresollauge	++	++	+	++	+	+++				++
		Kresolseife DAB 5	+++	+++	++	+++	+++	+++				+
		„ „ 4	+++	+++		+++	+	+++				−
		Lysol	++	++	+	+++	+++	+++				+++
		Kontrolle	+++									
III	dicker Kot ohne Urin	Kresollauge			++	+++	−	+++			+	+++
		Kresolseife DAB 5			+++	+++	+++	+			−	−
		„ „ 4			−	+++	+++	+++			−	++
		Lysol			+++	+++	+++	+++			−	−
		Kresolschwefelsäure					−	+++			++	−
		Kontrolle	+++									
IV	Kot mit Urin zu dickem Brei verrührt	Kresollauge			+++	+++	++	+++	+	+++	−	−
		2%ige wässerige Kresollösung			+++	+++	+++	+++	+++	+++	−	−
		Kresolseife DAB 5			+++	+++	+++	+++	+	+++	−	−
		Lysol				+++	+	+++	+++	+++	−	−
		Kresolschwefelsäure			−	+	−	+	−	−	−	−
		Kontrolle	+++									
V	mit Urin zu Erbsbreiform angerührter Stuhl	Kresollauge			−	−	−	−				
		2%ige wässerige Kresollösung			+	+	−	+				
		Kresolseife DAB 5			−	+	+	+				
		Lysol			+	+++	−	+++				
		Kresolschwefelsäure			+++	++	++	+++				
		Kontrolle	+++									
VI	ebenso	Kresollauge			+	+	−	−			−	−
		2%ige wässerige Kresollösung			−	+++	−	+++			−	−
		Kresolseife DAB 5			+	+++	+	+			−	−
		Lysol			++	++	−	+++			−	−
		Kresolschwefelsäure			+++	+++	++	+++			+	+
		Kontrolle	+++									

Versuch Nr.	Konsistenz des Stuhls	Desinfektionsmittel	Befund von Bact. coli nach einer Einwirkungszeit von									
			1^h		2^h		3^h		4^h		24^h	
			in Flocke	in Brocken	in Flocke	in Brocken	in Flocke	in Brocken	in Flocke	in Brocken	in Flocke	in Brocken
VII	dicker breiiger Stuhl zerdrückt	Kresollauge			—	—	—	—			—	—
		2%ige wässerige Kresollösung			+++	+++	++	++			—	—
		Kresolseife DAB 5			+++	+++	++	+++			++	++
		Lysol			+++	+++	+++	+++			—	—
		Kresolschwefelsäure			+++	+++	+++	+++			+++	+++
		Kontrolle	+++									
VIII	ebenso	Kresollauge			+++	+++	+	++	—	+++	—	—
		2%ige wässerige Kresollösung			+	+++	—	+++	—	+++	—	—
		Kresolseife DAB 5			++	+++	+	+++	++	++	—	—
		Lysol			+++	+++	+	+++	++	+++	—	—
		Kresolschwefelsäure			+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
		Kontrolle										
IX	dicker unzerdrückter breiig-knolliger Stuhl	Kresollauge			++	++	++	++	+	—	—	—
		2%ige wässerige Kresollösung			+++	+++	+++	+++	++	+++	+	+
		Kresolseife DAB 5			++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+
		Lysol			+	+++	++	+++	+++	+++	—	—
		Kresolschwefelsäure			+++	+++	+++	+++	+++	+++	—	+
		Kontrolle	+++									
X	dick-breiiger Stuhl	Kresollauge			++	+	+	++			—	—
		Kresolseife DAB 5			++	++	+	+++			—	—
		Lysol			+	+	+	+			—	—
		Kontrolle	+++									
XI	dicker unzerdrückter Stuhl	Kresollauge			+++	++	+	+++	++	+++	—	—
		Kresolseife DAB 5			++	+++	+++	+++	+++	+++	—	—
		Lysol			+++	+++	+	+++	+++	+++	—	—
		Kontrolle	+++									

Kresolseife hätte die Kresollauge auch zu Zeiten, in denen wieder reichliche Mengen Seife verfügbar sein werden, den Vorzug größerer Billigkeit. Eine Verwendung der Kresollauge dürfte jedoch im allgemeinen nur unter besonderen Umständen wie für die Desinfektion infektiöser Abgänge in Krankenhäusern und in Tierseuchengehöften in Betracht kommen. Für die laufende Desinfektion am Krankenbett in der Privatpraxis empfiehlt es sich nicht, neben dem für die Wäschedesinfektion und ähnliche Zwecke erforderlichen neutralen Kresolpräparat (z. B. der Kresolseife) dem Publikum noch ein besonderes, dazu alkalisches, Mittel für die Stuhldesinfektion in die Hand zu geben.

Schließlich wurden einige orientierende Versuche über die Verwendbarkeit der Kresollaugen zur Desinfektion tuberkulösen Sputums angestellt. Das Sputum mit gleicher

Menge 2,5 % Kresol enthaltenden Verdünnungen von Kresollaugen mit verschiedenem Alkaligehalt übergossen, löst sich meistens vom Glas ab und steigt an die Oberfläche der Flüssigkeit. Von hier aus geht es dann je nach seiner Konsistenz in einigen Minuten bis einigen Stunden in starke Quellung und Lösung über, wobei sich einzelne bröckelige Partikel am Boden des Gefäßes abscheiden. Die lösende Wirkung dürfte vorwiegend dem vorhandenen freien Alkali zuzuschreiben sein. Ob das Kresol die Tuberkelbacillen dabei abtötet, wurde, da es sich zunächst nur um orientierende Versuche handelte, nicht geprüft. Man kann gegebenenfalls auch Lösungen von höherem Kresolgehalt oder festes Kresolalkali prüfen.

Zusammenfassung.

Aus Natriumhydroxydlösungen und Kresol lassen sich durch Mischung in gewissen Verhältnissen klare Kresollaugen gewinnen, die mit Wasser in bestimmten Verhältnissen verdünnt klare Kresollösungen geben. Die Schnelligkeit, mit der sich die Verdünnung herstellen läßt und der Prozentgehalt der Verdünnung an Kresol, der dabei erreichbar ist, hängt von der Höhe des Alkaligehaltes der Kresollauge ab. Kresollösungen, die aus gleichen Teilen 30 %iger Natronlauge gewonnen sind, lösen sich sofort und in fast allen Verhältnissen klar in Wasser. Bei Verwendung 25 %iger Natronlauge zur Herstellung der Präparate gibt die Mischung mit Wasser nicht in jedem Verhältnis eine klare Lösung; klare, 2,5 % Kresol enthaltende Verdünnungen sind aber auch aus dieser Kresollauge leicht herstellbar. Bei geringerem Alkaligehalt erfolgt eine Lösung erst nach Umrühren, das um so länger erforderlich wird, je alkaliärmer das Präparat ist.

Die so entstehenden Verdünnungen haben einen Gehalt an freiem Alkali, der ihre Anwendung für viele Desinfektionszwecke wegen der Möglichkeit der Schädigung der Haut und zahlreicher Gegenstände im allgemeinen nicht zuläßt. Für manche Verwendungsarten der groben Desinfektion, namentlich für die Stuhldesinfektion, erscheint jedoch der Alkaligehalt förderlich zu sein, da einmal dadurch Eiweiß zur Quellung und Lösung gebracht und Fett verseift wird, und andrerseits die Bakterien auf diese Weise frei gelegt und der Einwirkung des frei gewordenen Kresols ausgesetzt werden.

Die Desinfektionswirkung des Kresols ist in alkalischen Lösungen stark herabgesetzt, um so stärker, je mehr Kresol an Alkali gebunden ist. Die Anwendung solcher Lösungen bei Keimarten von der Resistenz der Staphylokokken ist nicht zweckmäßig, dagegen sind Typhusbacillen auch gegen alkalische Kresollösungen ziemlich empfindlich. Auf Colibacillen wirkten bei den Stuhldesinfektionsversuchen Kresollaugen nicht schlechter wie die Kresolseifenlösungen.

Für die praktische Anwendung werden daher die Kresollaugen hauptsächlich nur zur Desinfektion von Darmausscheidungen und anderen infektiösen Abfällen und Abgängen in Krankenhäusern und Seuchengehöften in Betracht zu ziehen sein. Am besten geeignet dazu erscheint eine Kresollauge, die aus gleichen Raumteilen 25 %-iger Natronlauge und Rohkresol hergestellt ist und die im Verhältnis 1:20 in Wasser eingerührt sich sogleich zu einer klaren 2,5 % Kresol enthaltenden Verdünnung löst. Die Kresollaugen haben vor den anderen Kresol enthaltenden Mitteln für diesen Zweck vor allem den Vorzug der Billigkeit.

Kleinere Mitteilungen aus den Laboratorien des Reichsgesundheitsamtes.

Weitere Untersuchungen über Wasserfilter.

Von

Geheimem Regierungsrat Prof. Dr. Spitta,
Mitglied des Reichsgesundheitsamtes.

Im 50. Bande der „Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte" (S. 263) habe ich über das Ergebnis des Militär-Filters Modell 1914 und des Reise- und Armee-Filters A. F. I der Berkefeld-Filter-Gesellschaft berichtet.

Im Anschluß daran mögen die Erfahrungen kurz wiedergegeben werden, die bei der Untersuchung eines von den Seitz-Werken in Kreuznach konstruierten Wasserentkeimungsfilters im hygienischen Laboratorium des Gesundheitsamtes gemacht worden sind.

Von den verschiedenen seitens der Seitz-Werke hergestellten Filtertypen wurde das Entkeimungsfilter Nr. 4 untersucht. Dasselbe besteht aus einem auf einem massiven Fuß feststehenden eisernen Mittelrahmen von 28 cm Durchmesser und 2 cm Dicke, welcher beiderseits mit einem feinmaschigen verzinnten Drahtgewebe überspannt ist.

In den auf diese Weise gebildeten Hohlraum mündet von unten her die Zuleitung für das Rohwasser, das von einer kleinen Flügelpumpe mittels Druckschlauches dem Ansatzstutzen an dem Rahmen zugeführt wird.

In Angeln beweglich hängen beiderseits des feststehenden Mittelrahmens je ein ebenso gebauter Rahmen von 1 cm Dicke mit einem am oberen Rande befindlichen Auslaufrohr für das filtrierte Wasser und einem kleinen Entleerungshahn am unterm Rande. Abgeschlossen werden diese beweglichen Filterrahmen nach außen beiderseits durch je einen beweglichen gewölbten Deckel, dessen innere Fläche ebenfalls mit verzinnter Drahtgaze überspannt ist. Einer dieser Deckel trägt oben einen Entlüftungshahn. Der in den Deckeln durch die Überspannung mit Drahtgaze gebildete Raum kommuniziert am unteren Rande durch eine seitliche Bohrung bei geschlossenem System mit der Zuführung für das Rohwasser im feststehenden Mittelrahmen. Demnach nehmen Mittelrahmen und Deckel unreines, die inneren beweglichen beiden Rahmen filtriertes Wasser auf. Dieses fließt nur aus den beiden mittleren oberen Auslaufröhren ab.

Die filtrierenden Schichten (Entkeimungsschichten) sind im trockenen Zustand 3 mm dicke Scheiben von 30 cm Durchmesser, die aus einer pappeartigen, nicht näher bezeichneten Masse bestehen, welche durch einen Gazeüberzug (Maschengröße ungefähr 1 qmm) zusammengehalten werden. In Wasser gelegt, quillt das Gewebe sofort unter Erweichen auf. Je vier dieser Scheiben sind in einem Wachspapierbeutel von 32 × 30 cm Größe staubdicht verschlossen. Diese vier Scheiben werden zur Beschickung des Filters benutzt. Sie werden erst unmittelbar vor der Verwendung aus den Hüllen genommen. Der Vorschrift der Firma entsprechend, sollen sie nicht länger als einen Tag benutzt werden, auch dann, wenn sie noch genügend Wasser durchlassen. Die Vorschriften für die Ingangsetzung des Filters lauten im übrigen:

Sämtliche Hähne des Filters öffnen.

Das Filter durch Lösen der sechs Klappschrauben öffnen.

Vier Schichten einsetzen, ohne vorher die Deckel zusammenzuklappen, dabei die Schichten nur am äußersten Rande anfassen! Die Schichten von oben her in die Haltekrallen einsetzen. Auf jede Seite der beiden mit Auslaufröhren versehenen Rahmen gehört je eine Schicht.

Die Rahmen und Deckel zusammenklappen und die sechs Klappschrauben mit dem Schlüssel fest anziehen.

Das Filter kann mit einer Pumpe betrieben oder an eine Druckleitung angeschlossen werden. Zu ersterem Zweck wird der kurze Druckschlauch von der Pumpe an den Zuleitungsstutzen des Filters angeschraubt und der Saugkorb des langen Schlauches in das zu entkeimende Wasser gelegt. Alsdann wird der Entleerungshahn geschlossen und der Lufthahn geöffnet. Sodann wird gepumpt, bis aus dem Lufthahn ein gleichmäßiger Wasserstrahl fließt. Da dieses Wasser aus der Rohwasserkammer stammt, ist es nicht als Trinkwasser brauchbar. Der Lufthahn wird nunmehr geschlossen und weiter gepumpt. Das jetzt aus den beiden oberen Ausläufen fließende Wasser ist nach Angabe der Gebrauchsanweisung „sofort keimfrei und trinkbar".

Wenn der Apparat stets nach Vorschrift bedient wird, vor allem, wenn die gebrauchten Schichten nicht länger als einen Tag darin bleiben und das Auswechseln der Schichten sofort bei geöffnetem Apparat erfolgt, auch wenn das Filter nicht sogleich wieder benutzt wird, ist nach Angabe der Firma eine Sterilisation des Filters nicht erforderlich. Ist aber trotzdem aus irgend einem Grunde eine Infektion der Rahmen zu befürchten, so werden dieselben in einem dem Filter beigegebenen flachen Kochbehälter 5—10 Minuten lang ausgekocht.

Die mikroskopische und chemische Untersuchung ergibt, daß die Filterschichten, von ihrem Überzuge abgesehen, hauptsächlich aus Zellulosefasern bestehen, denen Kieselsäure und vielleicht auch etwas Asbest beigemengt ist.

Bei der Verbrennung hinterließ das Gewebe 33,6% Asche.

Die Herstellung von Stoff-, im besonderen Asbestfiltern, vorwiegend für militärische Zwecke, ist schon vor 25 Jahren versucht worden.

Bei der Nahrungsmittelausstellung in Wien im Jahre 1893 war eine Filterkonkurrenz ausgeschrieben worden mit der Aufgabe, rasch und billig größere Mengen möglichst bakterienfreien Wassers zu beschaffen bei gleichzeitiger leichter Handbarkeit der Apparate. Den ersten Preis erhielten damals die Asbestfilter des Wiener Ingenieurs Breyer, trotzdem sein Filter etwa 10% der im Rohwasser vorhandenen Keime nach den Mitteilungen von Plagge [1]) durchließ. Das von Plagge ebenfalls beschriebene sterilisierbare Asbest-Feinfilter von Sellenscheidt-Berlin lieferte unter gewissen Be-

[1]) Plagge, Untersuchungen über Wasserfilter. Veröffentlichungen aus dem Gebiete des Militär-Sanitätswesens, Heft 9, 1895.

dingungen sogar ein vollständig keimfreies Filtrat bei einer Ergiebigkeit von 8 Liter in der Minute und einem Druck von $2^3/_4$ Atmosphären.

Nach Plagge steht die Möglichkeit, mittels geeigneter Asbestfilter sicher keimfreies Wasser zu erzielen, außer Zweifel.

Trotzdem haben die Stofffilter für die Trinkwasserreinigung im weiteren Verlauf der Zeit eine Rolle nicht gespielt, teils wegen der ungünstigen Beurteilung, welche man von vornherein vom hygienischen Standpunkt allen Kleinfilterverfahren grundsätzlich angedeihen lassen muß, teils, weil bei einer strengeren Prüfung, als sie Plagge seiner Zeit mit einfachen bakteriologischen Methoden anstellen konnte, diese Filter den Vergleich z. B. mit den vorzüglichen Erzeugnissen der Firma Berkefeld-Celle nicht aushielten. So hat beispielsweise auch der sog. Sucrofilter der Sucrofilter- und Wasserreinigungsgesellschaft m. b. H. als Trinkwasserfilter nur in Verbindung mit anderen Verfahren, d. h. zur Vor- oder Nachbehandlung des Wassers, eine gewisse Bedeutung gewonnen. Allein vermag er keimfreies Wasser nicht zu gewährleisten[1].

Der Weltkrieg und namentlich die Aufgabe, auch für Expeditionen in wasserarmen und unkultivierten Gegenden den Truppen gesundheitlich einwandfreies Wasser zu schaffen, hat die Industrie angeregt, alte Probleme wieder aufzunehmen und die Filterkonstruktionen zu verbessern.

Diesem Bestreben verdankt vermutlich auch das Wasserentkeimungsfilter der Seitz-Werke in Kreuznach seine Entstehung.

Der Bericht über die im Gesundheitsamt mit dem Seitzschen Filter erzielten Ergebnisse läßt sich kurz fassen. Als Testbakterien dienten B. coli und B. prodigiosus. Mit Reinkulturen dieser Bakterien wurde das Wasser der Berliner Leitung, dessen Keimgehalt für die Versuche vernachlässigt werden konnte, infiziert. Es wurde, wie das beim praktischen Betriebe, wenn man eine Handpumpe benutzt, immer der Fall sein wird, in Absätzen gepumpt und zwar wurden gewöhnlich in der Minute 5 Liter durch das Filter geschickt, bisweilen auch mehr. Da die filtrierende Fläche $4 \times 15 \times 15 \times 3{,}14 = 2827$ qcm beträgt, so stellt sich die Filtrationsgeschwindigkeit auf rund 106 cm in der Stunde, d. i. rund das zehnfache der bei der langsamen Sandfiltration üblichen.

Zur Feststellung der in das Filtrat übergegangenen Keime wurde neben der üblichen Gelatineplatte, die auch zur Feststellung des Keimgehaltes des Rohwassers diente, bei Anwendung des B. coli als Testbakterium das Auffangen des Filtrats in zehnfach konzentrierter Traubenzuckerpeptonlösung, bei Anwendung des B. prodigiosus das Gipsplattenverfahren nach A. Müller[2] und das Verfahren von Bürger[3] benutzt. Hinsichtlich des Müllerschen Verfahrens darf ich auf meine Bemerkungen auf S. 268 der „Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte“ 50. Bd. verweisen.

[1] Vergl. z. B. Hilgermann, Untersuchungen über die Leistungsfähigkeit der Sucrofilter. Ges. Ing. 1911, S. 188.

[2] Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, 47. Bd. 1914, S. 513.

[3] Bürger, Verwendung von Nährböden mit hohem Gelatinegehalt usw. Centralblatt f. Bakteriologie, 1. Abt. Originale, 79. Bd., 1917, S. 462.



Bürger erreicht die Aussaat größerer Wassermengen auf einer Gelatineplatte der üblichen Größe (Petrischale von 9 cm Durchmesser) durch Verwendung einer höher konzentrierten Nährgelatine, z. B. einer $2^1/_2$fachen; er vermag also damit, ebenso wie A. Müller, in größeren Flüssigkeitsmengen vereinzelt vorkommende spezifische Keime zahlenmäßig nachzuweisen.

Es wurden zunächst die folgenden fünf Versuchsreihen ausgeführt, zwei mit B. coli und drei mit B. prodigiosus als Testbakterien. Zur Orientierung genügte die einfache Gelatineplattenmethode.

Versuchsreihe	Gehalt des Rohwassers an Keimen im ccm	Gesamtkeimgehalt des Filtrates im ccm		
		nach 20 Litern	nach 40 Litern	nach 60 Litern
1 (B. coli)	885 000	45	unzählige	
2 (B. coli)	317 000	140	240	115
3 (B. prodigiosus)	65 200	107	50	51
4 (B. prodigiosus)	27 000	663	472	381
5 (B. prodigiosus)	143 000	1245	720	588

Die Filterrahmen wurden zwischen den ersten fünf Versuchsreihen nicht sterilisiert.

In den Versuchsreihen 3—5 wurden außer einfachen Gelatineplatten auch Gipsplatten nach Müller und Platten nach Bürger angelegt, auf denen beiden Prodigiosus-Kolonien reichlich zur Entwicklung kamen. Neben B. coli (Versuchsreihe 1 und 2) und B. prodigiosus (Versuchsreihe 3—5) kamen aber auch Kolonien von Keimen aus dem Leitungswasser, namentlich der zur Fluorescens liq.-Gruppe gehörenden Keime auf den Platten vor.

Die Versuche entsprachen also in ihrem Ergebnis nicht den Angaben der Firma und sollten daher bereits abgebrochen werden, als ich aus einem kleinem Aufsatz von Prof. Dr. Kister[1]) ersah, daß man bei Versuchen im Hamburger Hygienischen Institut mit dem Seitzschen Wasserentkeimungsfilter gute Erfahrungen gemacht hatte und die Angaben der Firma bestätigen konnte.

Diese Unstimmigkeit klärte sich durch die Mitteilung der Seitz-Werke bald dahin auf, daß dem Gesundheitsamte versehentlich ein Satz beschädigter, daher bakteriendurchlässiger Filterscheiben für die Versuche geliefert worden war.

Diese wurden infolgedessen mit neuen Filterscheiben wieder aufgenommen. Es wurden noch zwei Versuche mit B. coli und einer mit dem B. prodigiosus ausgeführt und zwar wurden vor jedem Versuche die Filterrahmen ausgekocht.

Zur Untersuchung auf B. coli wurden 900 ccm des Filtrates jedesmal in einem großen mit 100 ccm steriler 10fach konzentrierter Traubenzuckerpeptonlösung gefüllten Kolben aufgefangen und 20 Stunden im Brutschrank bei 37° belassen.

Diejenigen Proben, welche nach dieser Zeit sich getrübt hatten, wurden weiter auf das Vorhandensein von B. coli untersucht durch Ausstriche auf Endoagar usw. in der üblichen Weise. Im Rohwasser wurde — abgesehen von der Anlage von Gelatine-

[1]) Kister, Das Seitzsche Wasserentkeimungsfilter. Gesundheits-Ingenieur 1918, S. 161.

platten — mittels der Verdünnungsmethode der Thermophilentiter festgestellt. Da bei den folgenden Versuchen z. T. große Mengen infizierten Wassers durch das Filter zu schicken waren, wurde eine einigermaßen konstante Infizierung des Leitungswassers so erzielt, daß der Wasserzufluß zu dem Becken, aus welchem der Saugkorb der Pumpe das Wasser ansog, mittels einer gläsernen Wasserstrahlluftpumpe erfolgte, an deren seitlichem Ansatz mittels Gummischlauch und Quetschhahn ein mit der Bakterienaufschwemmung gefülltes Vorratsgefäß angeschlossen war. So wurde eine ziemlich gleichmäßige Zumischung der spezifischen Bakterien zu dem verhältnismäßig keimarmen Leitungswasser ermöglicht.

Bei dem Versuche mit B. prodigiosus wurde wieder sowohl das Gipsplattenverfahren (Aussaat von 25 ccm Filtrat auf eine Gipsplatte von 8 cm Durchmesser) wie das Bürgersche Verfahren (Zumischung von 15 ccm Filtrat zu einer mit $2^1/_2$ facher Nährgelatine beschickten Petrischale von 9 cm Durchmesser) benutzt. Die Ergebnisse der drei Versuchsreihen sind in der folgenden Tabelle eingetragen.

Versuchsreihe	Art des Wassers	Die Zahlen geben den Keimgehalt des Rohwassers und des Filtrates an, berechnet auf 1 ccm nach dem Durchfluß von									
		20	30	40	60	90	150	300	425	500	750 Liter
6 (B. coli) bei 37°	Rohwasser	521 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Filtrat	kein B. coli	—	kein B. coli	kein B. coli	—	—	—	—	—	—
7 (B. coli) bei 37°	Rohwasser	125 000	—	—	—	—	57 000	—	—	—	253 000
	Filtrat	—	Trübung, aber nicht durch B. coli	—	—	leichte Trübung, aber nicht durch B. coli	nicht getrübt	leichte Trübung, aber nicht durch B. coli	—	leichte Trübung, aber nicht durch B. coli	leichte Trübung, aber nicht durch B. coli
8 (B. prodigiosus) bei Zimmertemperatur	Rohwasser	—	—	Platten zerflossen	—	—	—	46 600	Platten zerflossen	186 000	—
	Filtrat a. Gipsplatte	—	—	kein Prod.	—	—	kein Prod.	kein Prod.	kein Prod.	kein Prod.	—
	Filtrat b. nach Bürger	—	—	kein Prod.	—	—	kein Prod.	kein Prod.	kein Prod.	kein Prod.	—

Sie zeigen, daß von den dem Rohwasser beigemischten spezifischen Bakterien (B. coli, B. prodigiosus) in keinem Falle mit den angewendeten Methoden nachweisbare Mengen in das Filtrat übergingen, daß aber andererseits das Filtrat auch nicht völlig steril war. Denn die mit 900 ccm Filtrat angesetzten Traubenzuckerpeptonwasserkolben zeigten nach 20stündiger Aufbewahrung bei 37° und bei weiterem Stehen bei Zimmertemperatur meist ein, wenn auch schwaches, Bakterienwachstum. Bei der mikroskopischen Untersuchung der getrübten Flüssigkeit wurden vorwiegend sehr lebhaft bewegliche, kleine schlanke Stäbchen gefunden. Ob diese aus dem Rohwasser stammten oder von den Filterscheiben selbst herrührten, mag dahingestellt bleiben.

Auch bei verdoppelter Pumparbeit, wie sie z. B. zwischen 300 und 500 Liter bei Versuchsreihe 7 stattfand, gingen Colikeime nicht durch die Filterschichten.

Ließ man die Filter gefüllt über Nacht stehen und begann dann von neuem Rohwasser hindurchzupumpen, so traten die spezifischen Keime des Rohwassers auch im Filtrat auf, der B. prod. allerdings auch nur in geringen Mengen.

Man kann danach sagen, daß die von den Seitzwerken gemachten Angaben durch die Versuche bestätigt worden sind. Andererseits zeigen die anfangs mitgeteilten ungünstigen Versuchsergebnisse, daß bei der Herstellung der Filterschichten sorgfältig verfahren werden muß, soll der Filtrationseffekt ein günstiger sein. Nähere Angaben über die Art der Herstellung hat die Firma nicht gemacht.

In Übereinstimmung mit dem Urteil Kisters möchte ich in dem Seitzschen Wasserentkeimungsfilter ein brauchbares und leistungsfähiges Verfahren zur Trinkwasserreinigung in besonderen Fällen sehen, das aber nur unter bestimmten Verhältnissen heranzuziehen sein wird.

Das Gewicht des Filters nebst kurzem Zuleitungsschlauch beträgt schon 22 kg. Dazu treten die Zubehörteile. Das Filter kommt also nur dort in Betracht, wo Transportschwierigkeiten nicht bestehen.

Berlin, Hygienisches Laboratorium des Reichsgesundheitsamtes, im Dezember 1918.

Ende des 3. Heftes.
Abgeschlossen am 16. Juli 1919.

ARBEITEN

AUS DEM

REICHSGESUNDHEITSAMTE

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Reichsgesundheitsamtes)

EINUNDFÜNFZIGSTER BAND

VIERTES (SCHLUSS-) HEFT.

BERLIN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1919

(Ausgegeben im Dezember 1919)

Inhalts-Verzeichnis

Fortsetzung auf Seite 2.



Das Gesundheitswesen im Deutschen Verwaltungsgebiet von Polen in den Jahren 1914—1918.

Von

Regierungs- und Medizinalrat **Dr. Frey**, Frankfurt a. Oder,
ehemals Leiter der Medizinalverwaltung beim Verwaltungschef in Warschau.

Mit 3 Kurvenzeichnungen.

I. Einleitung.

Solange nicht über das politische Schicksal der in deutsche Verwaltung gelangten russisch-polnischen Landesteile eine Entscheidung getroffen war, konnte es zunächst nicht Aufgabe der Verwaltungsbehörde sein, die an sich notwendige durchdringende Vergesundheitlichung der Gebiete in Angriff zu nehmen. Vielmehr mußte man sich darauf beschränken, diejenigen Maßnahmen zu treffen, die nötig waren, um die im Verwaltungsgebiet sich aufhaltenden deutschen Truppen und die Bewohner der benachbarten deutschen Landesteile vor Gesundheitsgefährdungen zu bewahren und hierdurch gleichzeitig auch der Bevölkerung in den besetzten Gebieten einen wirksamen gesundheitlichen Schutz zu gewähren, auf den sie schon aus allgemeinen Gründen der Menschlichkeit bei der Verwaltung durch ein Kulturvolk Anspruch erheben durfte. Das gesundheitliche Interesse der Besatzungstruppen, des deutschen Reiches und der einheimischen Zivilbevölkerung erwies sich dabei glücklicherweise so eng miteinander verknüpft, daß alles, was in dem Lande an gesundheitlichen Einrichtungen geschaffen wurde, gleichermaßen jedem Teile zu Gute kam. Die gesundheitlichen Sicherheitsmaßregeln ergaben auch für das angrenzende österreichische Verwaltungsgebiet mit seinen Truppen und der Zivilbevölkerung eine möglichst ungefährliche Nachbarschaft und schufen endlich im Rücken des Etappengebietes und des kämpfenden Heeres eine nach Möglichkeit ruhige Zone.

Im Auftrage des Reichsamtes des Innern bereiste vom 14. August bis 5. November 1914 und vom 11. Januar bis 15. Februar 1915 der Geheime Ober-Medizinalrat Dr. Abel aus dem Preußischen Ministerium des Innern mit dem ihm zugeteilten Kreisarzte Dr. Frey das damals besetzte Verwaltungsgebiet, das in jener Zeit zumeist die an Schlesien, Posen und Westpreußen angrenzenden Kreise links der Weichsel umfaßte, um die gesundheitlichen Verhältnisse des Landes kennen zu lernen, das zur

Zeit der Russenherrschaft wie mit einer Mauer umgeben war und aus dem nur spärliche und, wie sich erwies, meist unrichtige gesundheitliche Nachrichten in die benachbarten Reiche gelangten. Die weiteren Ermittelungen wurden nach dem Ausscheiden des Kommissars von dem zum Leiter der Medizinalverwaltung bestellten Kreisarzte selbst ausgeführt.

Nach Aufnahme eines Verzeichnisses der gesundheitlichen Anlagen und Verhältnisse in einem jeden der Kreise wurde von dem Kommissar für die einzuberufenden Medizinalbeamten und Kreischefs ein Plan entworfen, wie das Gesundheitswesen im besetzten Gebiet unter den oben gegebenen Voraussetzungen zu handhaben sei. Als die wesentlichen Aufgaben der Gesundheitsverwaltung mußten gelten:

1. Bekämpfung der Infektionskrankheiten,
2. Sorge für gesundheitsgemäße Beschaffenheit der Nahrungsmittel,
3. Genügende Versorgung des Landes mit Heilpersonal und Heilmitteln.

Dieses Programm wurde allmählich entsprechend den wachsenden Bedürfnissen erweitert.

Besonders nach der Proklamation des Königreichs Polen vom 5. November 1916 sah sich die Medizinalverwaltung Aufgaben gegenüber, deren Lösung für gewöhnlich Friedenszeiten vorbehalten ist. Diese Aufgaben waren z. B. die Heranbildung eines polnischen Medizinalbeamtenstandes, die Regelung des Apotheken- und Drogenwesens, die Prüfungen von Apotheker- und Drogisten-Lehrlingen, die Regelung des Feldscherwesens u. a.

Wenn diese Aufgaben das gesamte Königreich Polen betrafen, wurden sie unter Beteiligung des K. und K. Militärgouvernements in Lublin und der Medizinalabteilung des Polnischen Provisorischen Staatsrats, später des Ministeriums für Volksgesundheit, soziale Fürsorge und Arbeitsschutz in Angriff genommen.

Damit begann der Aufbau eines polnischen Medizinalwesens, der bei Abschluß der Verwaltung beendet war, soweit die Kriegszeit dies irgend zuließ.

Einige allgemeine Betrachtungen über das Gebiet des Generalgouvernements Warschau mögen vorausgeschickt werden:

Es stieß mit einer Grenze von 780 km Länge an die Preußischen Provinzen Ost- und Westpreußen, Posen und Schlesien und deckte sich ungefähr mit den in der zweiten und dritten Teilung Polens im Jahre 1793 und 1795 an Preußen gefallenen Landstrichen, den nachmaligen Preußischen Provinzen Südpreußen (abgesehen von der heutigen Provinz Posen), Neuostpreußen (abgesehen von Suwalki und dem Gebiet um Bialystock) und Neuschlesien, hatte etwa die Größe des Königreichs Bayern und zählte am 1. Januar 1913 rund 7,5 Millionen Einwohner. Die Bewohner des fast völlig ebenen Landes treiben zu etwa 75% Landwirtschaft. Industriell sind die Kreise Bendzin mit Kohlen- und Erzgruben, Hüttenwerken und dergl., Czenstochau, vor allem aber Lodz und seine Nachbarstädte Zgierz, Pabianice, Zdunska-Wola und Tomaszow mit Textilindustrie und Warschau mit Zuckerindustrie und Maschinenbau. Die Einwohnerschaft setzt sich aus Polen, Juden, Deutschen und Russen zusammen. Die Zahl der Polen belief sich im Kongreßpolen im Jahre 1913 auf 76%, die der Juden auf 15% und die der Deutschen auf 5,3% der Gesamtbevölkerung. Der Rest waren

Russen. Die Deutschen sind, durch die jeweiligen polnischen Herrscher begünstigt, entweder als Bauern in Kolonistenzügen, die bereits im 13. Jahrhundert begannen, ins Land gekommen, oder sie siedelten sich als Handwerker (wie die Tuchweber in den Jahren 1818—1827) vorzugsweise in Lodz und seinen Nachbarstädten an und haben vielfach ihre Sprache, ihr Glaubensbekenntnis und ihre Eigenart sich bis auf den heutigen Tag erhalten.

Das Klima Polens zeigt eine von Westen nach Osten gerichtete Abnahme ozeanischer Eigentümlichkeit und Zunahme des kontinentalen Charakters, der ungefähr mit dem Lauf der Weichsel in den Vordergrund tritt[1]).

2. Abriß einer Bevölkerungsstatistik.

Die ursprünglich nur dünn gesäte Bevölkerung vermehrte sich im Zeitraum der letzten hundert Jahre infolge der Verbesserung des Agrarsystems und des Aufschwungs der Industrie ganz außerordentlich. Sie wuchs von 1816—1913 in dem 1815 gebildeten Kongreßpolen (das alte Großpolen, Kleinpolen und Masovien) von 2,7 auf etwa 13½ Millionen Einwohner. Warschau vergrößerte sich von 1800 bis 1914 von 74 590 auf 880 000 Einwohner. Lodz wuchs von 788 Einwohnern im Jahre 1821 auf etwa 450 000 im Jahre 1914. Die Volksvermehrung setzte sich zusammen aus 85,1 % natürlicher Zunahme und 14,9 % Übergewicht der Einwanderung über die Auswanderung[2]). In den Jahren 1870—1897 vermehrte sich die gesamte Bevölkerung im Kongreßpolen um 56, die jüdische um rund 62 %.

Die starke Zunahme der Bevölkerung findet ihren Grund in der hohen Fruchtbarkeitsziffer. Nach Szenaich[3]), der diese Verhältnisse bei 26 024 Müttern mit 118 256 Kindern aus der armen christlichen und jüdischen Bevölkerung in Warschau und Lodz in den Jahren 1914 und 1915 ermittelte, gebären tausend eheliche Mütter bis zum 45. Lebensjahre bei den Christen durchschnittlich 8740, bei den Juden 8860 Kinder. Tausend eheliche jüdische Mütter bis zum 20. Jahre bringen 1530, tausend christliche Mütter dieses Alters 1290 Kinder zur Welt. In Preußen fielen auf tausend städtische Ehefrauen im Alter von 15 bis 45 Jahren in der Zeit von 1875—1880 3056, in der Zeit von 1911—1913 aber nur noch 1981 Lebendgeborene. Tausend ländliche Ehefrauen gebaren in jenem Zeitabschnitt 3389, in diesem aber nur noch 2700 Kinder. In der Neuzeit war somit die Fruchtbarkeit in Polen bei der armen Bevölkerung in den Großstädten dreimal so groß wie in den ländlichen Bezirken und viermal so groß wie in den Städten Preußens.

Nach zehnjähriger Ehe starben von Kindern polnischer Arbeiterfamilien in Warschau durchschnittlich 37,9, von den Kindern aus Arbeiterfamilien in Berlin 32,75 %. Dabei sterben mehr Kinder aus letzteren Familien, wenn sie zwei bis vier Kinder haben, wie in Warschau, und verhältnismäßig weniger Kinder in den Berliner Ehen, wenn die Kinderzahl über vier beträgt. Szenaich nimmt für die ungünstige Lage des Proletariats in Warschau besonders die schlechten Wohnungs-

[1]) Kölzer in „Handbuch von Polen". Dietrich Reimer, Berlin 1917.
[2]) Warschauer Mitteilungen 1917, Nr. 22.
[3]) Dr. Szenaich, Porownarcza Statystyka. Warschau 1916.

verhältnisse in Anspruch. Es kommt dabei aber sicher einmal die Brusternährung der Warschauer Kinder, anderseits aber die Häufigkeit der Infektionskrankheiten, insbesondere der Tuberkulose mit in Betracht.

Die Sterblichkeit der ehelichen christlichen Säuglinge in Warschau betrug nach Szenaich in den Jahren 1914 und 1915: 15,6%, die der ehelichen jüdischen 10,9%. Die Säuglingssterblichkeit in allen Bevölkerungsschichten inkl. der unehelichen Kinder betrug daselbst im Jahre 1916 bei den Christen 19,3, bei den Juden nur 7,3%. Am geringsten war die Säuglingssterblichkeit in dem mit Fleckfieber außerordentlich verseuchten Nalewki-Viertel. Die wesentliche Steigerung der Sterblichkeit unter den christlichen Säuglingen entfällt auf die unehelichen (s. auch Kapitel: Fürsorge für das Säuglings- und Kleinkinderalter). Uneheliche Geburten bei den Juden sind äußerst selten. Das schon früher günstige Verhältnis in der jüdischen Bevölkerung ist also während des Krieges noch besser geworden und entspricht so der Beobachtung, die man auch in Deutschland an vielen Orten mit der Säuglingssterblichkeit während der ersten Kriegsjahre machte.

Die geringere Sterblichkeit der jüdischen Säuglinge gilt auch für die ländlichen Bezirke. In dem vorwiegend ländlichen Gouvernement Kalisch (Kreise: Kalisch, Kolo, Konin, Lenczyca, Slupca, Sieradz, Turek und Wielun) betrug im Jahre 1909 die Säuglingssterblichkeit bei den Christen 18,8, bei den Juden 13,5%. Allgemein ist die Säuglingssterblichkeit auf dem Lande etwas höher als in den Großstädten. Auch die Sterblichkeit der jüdischen Kinder überhaupt ist nicht unwesentlich geringer als die der christlichen. Von ersteren starben 25,4, von letzteren 36%.

Die natürliche Ernährung der Säuglinge im Lande ist fast allgemein üblich. Somit scheint die jüdische Bevölkerung trotz ihrer vielfach elenden Lebensverhältnisse eine größere Widerstandskraft zu besitzen (z. B. geringere Sterblichkeit bei Fleckfieber und Rückfallfieber). Zweifellos aber hat sie größere Besorgnis um Leben und Gesundheit der Nachkommenschaft als die christliche. Diese Eigenschaft zeigt sich unter anderem darin, daß die Juden sich schon vor Beginn der deutschen Verwaltung häufiger gegen Pocken impfen ließen als die einfache polnische Bevölkerung und daß sie selbst bei geringfügigen Störungen der Gesundheit ärztliche Hilfe und zwar die möglichst beste nachsuchten.

Die Ergebnisse der von der Medizinalverwaltung aus den Kirchenbüchern der Gemeinden (geistliche Standesämter) für die Jahre 1910—1914 aufgestellten Bevölkerungsstatistik sind in den Tabellen II—IV niedergelegt. Dabei ist zu bemerken, daß die Angaben der katholischen Kirchenbücher ziemlich vollständig vorliegen. Viele evangelische Geistliche aber waren mit den Kirchenbüchern freiwillig oder unfreiwillig den abziehenden russischen Heeren gefolgt. Endlich sind die Meldungen, die von den jüdischen Einwohnern über Geburten usw. den Polizeibehörden zu erstatten waren, wie die Polen sagen, aus späteren Militärbefreiungsabsichten oder aus sonstigen Gründen stets lückenhaft gewesen. Für die genannten Ausfälle ist nun bezüglich der Zahlen aus dem ganzen Verwaltungsgebiete ein 10%iger Zuschlag errechnet worden. Für Warschau aber sind die Zahlen des Städtischen Statistischen Amtes benutzt. Einen Anspruch auf absolute Genauigkeit kann somit diese Statistik

nicht erheben. Immerhin aber läßt sich ein annähernd richtiger Überblick gewinnen, besonders wenn die Ziffern in Beziehung auf das Tausend der Bevölkerung gesetzt sind. Auf das Ergebnis der Erhebungen für das Jahr 1914 möchte ich keinen großen Wert legen, da infolge des Kriegsausbruchs usw. die Führung der Bücher wohl überall ungenau wurde.

I. Die Bevölkerungszahl betrug annähernd:

	1909 Einwohner	1910 Einwohner	1911 Einwohner	1912 Einwohner	1913 Einwohner	1914 Einwohner
Im ganzen Verwaltungsgebiet	7 Mill.	7 104 734	7 222 031	7 333 390	7 445 693	7 532 114
In Warschau	772 457	781 179	797 093	821 369	845 130	884 544

Im Jahre 1916 belief sich die Bevölkerung des Verwaltungsgebietes nach den Erhebungen der Kreisämter auf rund 6 Millionen Einwohner. Der Rückgang in der Bevölkerungsziffer trat dadurch ein, daß ein größerer Teil der Bewohnerschaft von den Russen verschleppt wurde, ein anderer freiwillig nach Rußland floh und daß durch Tod auf den Schlachtfeldern oder in der Kriegsgefangenschaft ein weiterer Verlust entstand.

Das Generalgouvernement Lublin zählte im Jahre 1916 $3^1/_2$ Millionen Einwohner

II. Die Zahl der Lebendgeborenen betrug auf 1000 Einwohner:

	1908	1910	1911	1912	1913	1914	durchschnittlich von 1910—13
Im ganzen Verwaltungsgebiet	?	32,9	35,5	32,3	32,0	29,0	33,3
In Warschau	32,1	29,2	27,5	26,4	27,0	24,6	27,5
In Deutschland	32,1	29,8	28,6	28,3	27,5	26,8	28,5
In Preußen	32,9	30,7	29,5	28,88	28,11	27,8(?)	29,2

Die Zahl der Totgeburten ist gering. Sie betrug durchschnittlich im ganzen Verwaltungsgebiet etwa 2,10, in Warschau 3,4% der Lebendgeborenen. In Preußen belief sich die Zahl der Totgeburten in den Jahren 1908—1910 durchschnittlich auf 3%. Sehr beachtenswert ist der Vergleich der Abnahme der Zahl der Lebendgeborenen zwischen Deutschland (Preußen) und Polen.

III. Von 100 Lebendgeborenen verstarben im ersten Lebensjahr:

	1910	1911	1912	1913	1914	durchschnittlich
Im ganzen Verwaltungsgebiet[1]	17,3	17,1	16,2	15,5	18,3	16,8
In Warschau	17,4	17,8	15,6	15,1	18,4	16,8
In Preußen	15,7	18,7	14,5	14,9	16,4	16,0

[1]) Für das Jahr 1917/18 gibt Dr. Kopei eine Sterblichkeit von 20% an.

IV. Auf 1000 Einwohner starben (einschl. der im 1. Lebensjahre verstorbenen):

	1908	1910	1911	1912	1913	1914	durchschnittlich von 1910—13
Im Kongreßpolen	20,6						
Im ganzen Verwaltungsgebiet	?	18,9	20,0	18,3	17,7	18,2	18,7
In Warschau	?	19,3	19,4	17,1	17,7	18,6	18,4
In Preußen	18,0	16,13	17,21	15,49	15,8	—	16,2

In Deutschland 1875: 29,3.

V. Die natürliche Zunahme der Bevölkerung betrug demgemäß im Durchschnitt auf 1000 Einwohner:

	1908	1909	1910	1911	1912	1913	durchschnittlich
Im ganzen Verwaltungsgebiet	?	?	14,0	15,5	14,6	14,3	14,6
In Warschau	?	?	9,9	8,1	9,3	9,3	9,1
In Preußen	14,9	14,8	14,57	12,29	13,39	13,22	13,0

In Deutschland: 1896—1905: 14,57. 1915: 13,16. 1913: 12,4.

Das Warschauer Statistische Komitee berechnete den natürlichen Zuwachs in Polen in den Jahren 1881—1890 mit 14,2, in der Zeit von 1891—1900 mit 14,8 und in den Jahren 1901—1910 mit 16,5 auf 1000 Einwohner.

Im Jahre 1908 nahm im Kongreßpolen auf das Tausend der Einwohner
die deutsche Bevolkerung um 19,8
die polnische Bevölkerung um 17,1
die jüdische Bevölkerung um 13,1
die russische Bevölkerung um . . . . . . 10,3 zu[1]).

Durchschnittlich betrug also 1908 der Bevölkerungszuwachs 15 auf 1000 Einwohner.

Die in den Tabellen II—V dargestellten Bevölkerungsverhältnisse Polens charakterisieren sich durch höhere Geburtenziffern und höhere Sterblichkeitsziffern als in Preußen. Die Sterblichkeit wirkt auf die Geburtenzahlen aber in der Weise nur ein, daß ein größerer Bevölkerungszuwachs als in Preußen die Folge ist.

Gelingt es einer tatkräftigen und nachhaltigen Pflege der Volksgesundheit, die Sterblichkeit zu vermindern, so wird das Uebergewicht der Geburten noch erheblicher in die Erscheinung treten. Eine Abnahme der Geburtenzahl macht sich zwar auch in Polen bemerkbar. Sie betrug in den Jahren 1889—1908 1,2 % und vom Jahre 1910—1913 weiter 0,9 %. Doch trifft dies nach unseren Erfahrungen wohl nur bei der wohlhabenden oberen Bevölkerungsschicht zu, während die ärmere Bevölkerung in der Stadt und auch auf dem Lande in Friedensjahren sicher keine Abnahme ihres Kindersegens aufweisen und bei ihrem zahlenmäßigen Übergewicht die allgemeine Geburtenziffer hoch halten wird.

Auch für die Jahre 1915—1917 war eine Erhebung über **Bevölkerungsverhältnisse** und ihre Veränderung durch den Krieg in den Kreisen angeordnet, die

[1]) W. Kaplun-Kogan, Die jüdische Sprach- und Kulturgemeinschaft in Polen. Berlin—Wien 1917.

Berichte waren bei der gewaltsamen Unterbrechung der Verwaltung größtenteils eingegangen, konnten aber nicht mehr verarbeitet werden, da die polnische Regierung die Mitnahme des Materials verhinderte. Ein Vergleich mit den Friedensjahren wäre sehr lehrreich gewesen, zumal die deutsche Verwaltung auf die sorgfältige Führung der Standesamtsregister hingewirkt und eine größere Sicherheit der Beurkundung erreicht hatte.

Das Gesundheitswesen in Polen

stand zu Beginn der deutschen Verwaltung auf niedriger Stufe. Anerkannt muß werden, daß eine größere Zahl polnischer Ärzte, zumal in den Großstädten, dem Schlendrian, der Mißwirtschaft und der sittlichen Verderbnis der zarischen Regierung nicht erlegen war, sondern nach Möglichkeit sich bestrebte, die gesundheitlichen Schäden im Lande zu mildern. Naturgemäß vollzog sich dies, da eine öffentliche weittragende Wirksamkeit politisch verdächtig geworden wäre, mehr im enggezogenen Rahmen der Wohltätigkeit, die die intelligenten Kreise entfalteten. Die Wohltätigkeit war überhaupt wesentlich die Erscheinungsform, unter der auf sozialem und hygienischem Gebiete in den größeren Städten manches geleistet wurde, das uns, besonders wegen der Großherzigkeit der Spender, in Erstaunen und nicht selten in Bewunderung versetzte. Der Haushaltsplan der öffentlichen Wohltätigkeit der Stadt Warschau bezifferte sich im Jahre 1916 auf 30, im Jahre 1917 auf 25 $^1/_2$ und 1918 auf 15,9 Millionen Mark. An den im Durchschnitt aber grauenhaften Zuständen im Gesundheitswesen, die bei Beginn der deutschen Verwaltung im Lande herrschten, trug die zarische Regierung, die wie ein Alp alle kulturellen Regungen bedrückte, in sträflicher Vernachlässigung ihrer Pflichten die ungeheure Schuld.

Die russischen Gesetze und Verordnungen, soweit sie erlassen, wurden nicht durchgeführt, die für ihre Zeit brauchbare polnische Gesetzgebung von 1840—1844 verachtet. Man ließ, wie mir scheint, planmäßig das Land in physischem und moralischem Schmutz versinken [1]). Ein gesundheitlicher Aufbau mußte daher von Grund auf geschaffen werden.

3. Medizinalbeamte.

Da fast sämtliche russischen Medizinalbeamten geflohen waren, die zurückgebliebenen aber im allgemeinen nicht geeignet schienen, um mit ihnen eine energische Medizinal- und Sanitätspolizei durchzuführen, wurden deutsche Kreisärzte im Lande angesetzt. In der ersten Zeit der Verwaltung war es noch möglich, preußischen Kreisärzten, die in den Provinzen Schlesien, Posen und Ostpreußen Grenzkreise inne hatten, auch die anstoßenden Kreise des Verwaltungsgebietes nebenamtlich zu übertragen und weiter im Lande belegene Kreise zu 2 und 3 unter einem Medizinalbeamten zu vereinigen. Aus der Fülle der allmählich wachsenden gesundheitlichen Aufgaben, der meist erheblichen Größe der Kreise und den namentlich in der schlechten Jahreszeit recht mäßigen Verkehrsverhältnissen ergab sich dann aber die zwingende Notwendigkeit, für jeden Kreis womöglich einen besonderen deutschen Kreisarzt zu be-

[1]) Im gesamten Russischen Reiche wandte die Regierung achtmal mehr für den Schnapsmonopolbetrieb als für das Gesundheitswesen auf.

stellen. Die Einziehung außerordentlich vieler deutscher Ärzte zum Militärdienst und der Verlust von bereits im Verwaltungsgebiet tätigen Kreisärzten durch Tod oder andere Gründe ließen es leider nicht zu, daß alle Kreise mit einem besonderen Medizinalbeamten besetzt werden konnten. Im günstigsten Falle waren 46 von den 48 Kreisen in dieser Weise versehen. Von den im Jahre 1917 vorhandenen 54 Medizinalbeamten waren, abgesehen von den 46 Kreisärzten, 2 in der Zentralverwaltung, 2 als Gerichtsärzte in Lodz und Warschau, 2 als Fleckfieberkommissare, einer als Sittenarzt in Lodz und einer als Direktor des hygienischen Instituts in Lodz beschäftigt. 25 der Medizinalbeamten waren in der Heimat beamtet, 15 kreisärztlich geprüft und 14 praktische Ärzte und stammten aus Preußen, Bayern, Sachsen, Württemberg, Baden, Hessen, Anhalt und den thüringischen Fürstentümern. Neben ihren eigentlichen amtlichen Aufgaben hatten die Kreisärzte auch noch gerichtsärztliche Funktionen zu versehen; nur für Warschau und Lodz war je ein besonderer Gerichtsarzt angestellt.

Den Leitfaden für die kreisärztliche Tätigkeit gab die Dienstanweisung für die Preußischen Kreisärzte, soweit nicht den besonderen Verhältnissen entsprechend, eine andere Regelung des Dienstes nötig war. Alle Kreisärzte wurden, wenn sie in der Heimat bereits beamtet, aber nicht vollbesoldet waren, zur Vollbesoldung übergeleitet. Diejenigen, welche in der Heimat praktische Ärzte waren, wurden in die Gehaltsklasse der Beamten aus freien Berufen eingereiht, erhielten also auch eine Vollbesoldung. Die vom Verwaltungsschef festgesetzen Gebühren für amtsärztliche Zeugnisse mußten in gleicher Weise, wie dies in Preußen geschieht, an die Staatskasse abgeführt werden. Im Jahre 1917 belief sich der Betrag der abgeführten Gebühren auf 150000 Mark, die zumeist durch die sogenannten Entlausungsscheine (s. Kapitel Fleckfieber) einkamen. Für gerichtsärztliche Tätigkeit erhielten die Kreisärzte keine besonderen Gebühren. Termine außerhalb des Wohnorts wurden durch Tagegeld und Ersatz der baren Reisekosten abgeglichen. Für die Dienstreisen standen den Kreisärzten Gespanne aus dem Marstall der Kreischefs zur Verfügung; auch konnte auf weite Strecken und guten Wegen der Kraftwagen des Kreischefs benutzt werden, wenn nicht Eisenbahn in Betracht kam. Eine größere Zahl der Kreisärzte machte sich beritten. Für die Wohnung, die oft sehr primitiv war, wurde ihnen monatlich ein bestimmer Betrag vom Gehalte abgezogen.

Von Anbeginn sind die Kreisärzte angewiesen worden, mit den Militärärzten Hand in Hand zu arbeiten und mit den deutschen Kreistierärzten im Sinne der preußischen Dienstanweisung in einschlägigen Fragen zusammen zu gehen.

Den Kreisärzten wurde wegen des Mangels an einheimischen Ärzten zunächst noch die Verpflichtung auferlegt, Praxis auszuüben, wenn die Bevölkerung sie rief, und dabei die Sätze der Gebührentaxe für preußische Ärzte innezuhalten. Nach Ansiedlung einer größeren Zahl von praktischen Ärzten im Lande aber wurde ihnen nur noch die konsultative Praxis und kommunalärztliche Tätigkeit erlaubt.

Ferner lag ihnen die ärztliche Behandlung der zahlreichen deutschen Beamten und Angestellten in erster Linie ob. Daneben halfen Militärärzte und Militärkrankenhäuser mit. Wo verwundete oder kranke russische Militärpersonen gemäß § 336 der deutschen Kriegssanitätsordnung den Ortsbehörden überwiesen wurden, ist die sorgfältige Behandlung und Verpflegung durch die Kreisärzte regelmäßig kontrolliert worden.

Im Stadtkreise Warschau wurde vom 5. August 1915 bis zum 1. Oktober 1916 die gesundheitliche Aufsicht von dem Gouvernementsarzt und den Garnisonärzten ausgeübt, dann aber der deutschen Zivilmedizinalverwaltung überlassen.

Unter den im Lande tätigen deutschen Medizinalbeamten, die unter persönlicher Aufopferung und tatkräftig ihr Amt versahen, forderten die Seuchen manches Opfer. Im Herbst 1917 wurde eine Sterblichkeit von 20 % festgestellt, die hauptsächlich durch das Fleckfieber hervorgerufen war. Es verstarben 7 an Fleckfieber, 1 an Ruhr, 2 an perniciöser Anämie, 1 an Herzschlag, 2 wurden durch Schlaganfall dauernd dienstunfähig. Durch besonderen Erlaß des Reichsamts des Innern wurde auf Antrag der Medizinalverwaltung eine Invaliditäts- und Hinterbliebenen-Fürsorge für die Kreisärzte eingeführt. Auch die Kränklichkeit unter den Kreisärzten nahm erheblich zu. Nicht wenige von ihnen schieden vorzeitig aus der Verwaltung aus, weil sie sich den körperlichen Anstrengungen der Tätigkeit nicht mehr gewachsen fühlten, fast alle erlitten einen Schaden an ihrer Gesundheit.

Um bei der Beendigung der deutschen Verwaltung des Landes polnische Medizinalbeamte an die Stelle der deutschen treten lassen zu können, richtete im zukünftigen deutschen und im Landesinteresse die Medizinalverwaltung im Einvernehmen mit dem Polnischen Staatsrat und dem Generalgouvernement Lublin einen Ausbildungslehrgang in Warschau ein. An diesem Kursus, der vom 1. Juni bis 18. August 1917 dauerte und in dem 17 Dozenten, darunter 2 deutsche Kreisärzte, unterrichteten, nahmen 45 Ärzte teil. Das K. und K. Militärgouvernement Lublin hatte zu diesem Kurse 4 Hörer entsandt.

Die Vorlesungen erstreckten sich auf: Praktische Hygiene (einzelne Kapitel wurden besonders behandelt); Hygiene der Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung; Wohnungshygiene; praktische Bakteriologie; Nahrungsmittelhygiene; Gewerbehygiene; Epidemiologie und Bekämpfung der Infektionskrankheiten; Desinfektionswesen; Bekämpfung der Geschlechtskrankheiten und Überwachung der Prostitution; Erkennung und Behandlung der Körnerkrankheit; Mutter-, Säuglings- und Kleinkinderfürsorge; Tuberkulosefürsorge; Arzneimittel und Gifte und ihre öffentliche Bedeutung; Organisation des Apothekenwesens und Drogenhandels im Ausland und in Polen; Medizinalstatistik; Gerichtliche Medizin; Pathologisch-anatomische Diagnostik; Gerichtliche Psychiatrie; Dienstanweisung des preußischen Medizinalbeamten und die alte polnische Gesundheitsgesetzgebung von 1840—44.

Die Vorträge wurden in ein Handbuch zusammengefaßt, das als Leitfaden für spätere Unterrichtskurse und als Nachschlagewerk für die polnischen Medizinalbeamten und Ärzte dienen sollte.

Allen Kursteilnehmern, die besonders ausgesuchte, zuverlässige Personen waren, konnte im Einvernehmen mit dem Staatsrat die Befähigung zur Verwaltung einer Kreisarztstelle bescheinigt werden, nachdem sie ein eingehendes Kolloquium mit gutem oder ausreichendem Erfolge bestanden hatten. 25 von ihnen wurden als Kreisarztstellvertreter in die Kreise entsandt; die übrigen traten aus persönlichen Gründen zurück. Die Kreisarztstellvertreter wurden vollbesoldet. Die Gehälter entsprachen den Gehaltsstufen der neugeschaffenen polnischen Bezirksrichter, denen sie im Range

gleichgestellt wurden. Seit dem 1. April 1918 belief sich dieses Gehalt einschließlich der Kriegsteuerungszulage auf 9200 Mark. Der Bezug billiger Lebensmittel, von Kohlen usw. wurde ihnen aus den Magazinen der Kreisverwaltungen gewährt. Auf besonderen Wunsch des Staatsrats wurden die Kreisarztstellvertreter den deutschen Kreischefs in der Form zugeteilt, wie es die deutschen Kreisärzte waren. Sie wurden nun in alle kreisärztlichen und gerichtsärztlichen Geschäfte des Kreises durch den Kreisarzt eingeführt, allmählich aber unter der Leitung der Kreisärzte auch mit selbständig zu lösenden Aufgaben betraut. Sie mußten an den Staatsrat durch die Hand der Kreischefs alle vier Wochen einen Bericht über ihre dienstliche Tätigkeit erstatten und durften später auch Anweisungen und Belehrungen auf dem ihnen freigegebenen Arbeitsfelde von dem Ministerium für öffentliches Gesundheitswesen durch die Hand der Kreischefs entgegennehmen. Außer diesen Ärzten wurden noch einige andere praktische Ärzte, die eine sechswöchige, von der österreichischen Verwaltung und dem polnischen Département des Innern in die Wege geleitete Vorbereitung genossen hatten oder durch ihre frühere Verwendung als Seuchenarzt, Stadtarzt, Bezirksarzt, Semstwoarzt eine gewisse Befähigung zum kreisärztlichen Dienst nachweisen konnten, zu Kreisarztstellvertretern ernannt. Am 1. Mai 1918 waren so in allen 48 Kreisen des Verwaltungsgebiets polnische Medizinalbeamte tätig. Ihre Ernennung, Versetzung, Entlassung erfolgte in ständigem Einvernehmen mit der Medizinalabteilung des Departements des Innern bezw. mit dem späteren Ministerium für öffentliche Gesundheitspflege. Die Zusammenarbeit mit den deutschen Kreisärzten ging reibungslos und zufriedenstellend von statten, so daß allmählich eine Anzahl deutscher Kreisärzte abgelöst werden konnte und zwar zunächst in den sogenannten Nebenkreisen, während am Sitz des Kreischefs ein deutscher Medizinalbeamter verblieb, der über die zwei bis drei polnischen Kreisarztstellvertreter des Bezirks in kollegialer Form die Aufsicht führte.

Nebenher konnte ein weiterer Schritt getan werden. Es wurden in den Grenzen des inneren Aufbaus der Kreisverwaltung den polnischen Kreisarztstellvertretern gewisse Gebiete des Medizinal- und Sanitätswesens zur selbständigen Bearbeitung überwiesen, so daß in diesen Zweigen der polnische Kreisarztstellvertreter als der erste Referent der Kreischefs auftrat. Hierzu wurden Gebiete ausgewählt, die wesentlich im Interesse des polnischen Landes lagen, wie die gesundheitliche Aufklärung der Bevölkerung, die Durchsicht der Zeitungen auf schwindelhafte Anpreisung von Heilmitteln u. a., die Fürsorge für Mütter, die Bekämpfung der Säuglingssterblichkeit, der Tuberkulose und der Körnerkrankheit, die Hygiene der Schulen, der Wohnungen, des Gewerbes und der Gefängnisse, die Kontrolle der Nahrungsmittel, die Aufsicht über Apotheken und Drogenhandlungen, die Aufsicht über die Feldschere, Hebammen und Zahnärzte und die gerichtsärztliche Tätigkeit. Im Jahre 1918 kam noch hinzu: die fachliche Aufsicht über die praktischen Ärzte und ärztlichen Vereine, die Wasserversorgung, die Beseitigung der Abwässer, die sonstige Ortshygiene, das Rettungswesen (Erste Hilfe), die Irrenfürsorge, die Vorbereitung der Fürsorge für polnische Kriegsbeschädigte und die Statistik der Volksgesundheit. Die deutschen Kreisärzte haben es an Takt und Freundlichkeit gegenüber den polnischen Amtsgenossen nicht fehlen lassen und waren ihnen ständig eine Stütze, wo mangelhafte Erfahrung oder Vielgeschäftigkeit zutage trat. Durch diese Er-

weiterung der Selbständigkeit der Kreisarztstellvertreter und die Mitarbeit in der Kreisverwaltung sollte nicht nur ihre Arbeitsfreudigkeit gehoben, sondern auch ihr Sinn für das Erreichbare geschärft werden. Die Kreischefs hatten aus den monatlichen Berichten, die von den polnischen Medizinalbeamten an die Medizinalabteilung des polnischen Ministeriums des Innern, später an das Ministerium für öffentliche Gesundheitspflege zu erstatten waren, wichtige Stellen der Medizinalverwaltung beim Verwaltungschef mitzuteilen. Sie wurden angewiesen, Anträgen der polnischen Kreisarztstellvertreter auf den genannten Gebieten nachzugeben, wenn die Anträge sich als durchführbar darstellten und namentlich auch nach der finanziellen Seite hin nicht die Kräfte der Kreise überstiegen. Dem Ministerium für öffentliche Gesundheitspflege wurde das Recht eingeräumt, den polnischen Medizinalbeamten auf den ihnen überlassenen Gebieten durch die Hand der Kreischefs Instruktionen zu erteilen und dabei sich an die bis dahin von der deutschen Medizinalverwaltung erlassenen Anordnungen zu halten, die gegebenenfalls erweitert wurden. Es mag schon hier erwähnt werden, daß diese Mitarbeit des Ministeriums sich geschickt und glatt vollzog. So konnte z. B. auf dem Gebiete der Fürsorge bereits manches Gute angebahnt werden.

In der Seuchenbekämpfung aber verblieb der deutsche Kreisarzt schon um deswillen in der leitenden Stellung, weil hier sehr erhebliche deutsche Interessen im Spiele waren, und weil es notwendig war, die Wichtigkeit dieses Arbeitsfeldes gerade für Polen auch dadurch zu betonen, daß man diese Aufgabe der besten Kraft vorbehielt. Wo die Verkehrsverhältnisse es gestatteten, wurden auch mehrere Kreise zu Seuchenkommissariaten zusammengelegt. Über die Stellung und Tätigkeit der Seuchenkommissaré erließ die Medizinalverwaltung folgende Bestimmungen:

1. Für einen aus einer Mehrzahl von Kreisen bestehenden Bezirk können deutsche Ärzte als Seuchenkommissare eingesetzt werden. Diese sind dem Verwaltungschef unmittelbar unterstellt, der auch den Dienstsitz bestimmt.

2. An ihrem Dienstsitze erhalten die Seuchenkommissare von den Kreischefs ein Amtszimmer (einschl. Fernsprecher und Schreibutensilien), sowie eine Bürohilfskraft angewiesen. Das Gehalt wird ihnen aus der Kreiskasse gezahlt. Auf Erfordern wird ihnen von den Kreischefs aus deren Fuhrparks ein Fuhrwerk (oder Kraftwagen) zur Verfügung gestellt.

3. Dienstliche Aufträge erhalten die Seuchenkommissare von dem Verwaltungschef (Abtl. I Med.).

4. Die Beurlaubung und Regelung der Vertretung erfolgt durch den Verwaltungschef.

5. Die Ausübung ärztlicher Praxis unter der einheimischen Bevölkerung ist den Seuchenkommissaren verboten. Ebenso dürfen sie keine Nebenbeschäftigung übernehmen, mit der eine fortlaufende Vergütung verbunden ist. Bei Erkrankungen deutscher Beamten und Angestellten steht der Seuchenkommissar am Dienstsitz nach Möglichkeit zur Verfügung.

6. Die Seuchenkommissare haben die Bekämpfung der Infektionskrankheiten zu überwachen, soweit diese nicht, wie bei Tuberkulose und Körnerkrankheit (Trachom), völlig den polnischen beamteten Ärzten überlassen ist.

Zu diesem Zwecke müssen ihnen die Kreischefs regelmäßig eine Abschrift der Wochenmeldekarten und bei Pest, Cholera, Pocken, Lepra und Verdacht darauf eine telegraphische Nachricht zukommen lassen. Die Kreisärzte müssen den Seuchenkommissaren die standesamtlich gemeldeten Todesfälle wöchentlich mitteilen und von den an den Verwaltungschef einzureichenden Berichten über Infektionskrankheiten eine Abschrift zusenden. In dem Berichte sind die Art der Krankheit, der Name des Ortes und der Straße (Hausnummer), der Name der Kranken und die bereits getroffenen Maßnahmen genau zu verzeichnen. Die vorgeschriebenen Meldungen und Berichte der Kreisärzte an den Verwaltungschef werden hierdurch nicht berührt.

Die Seuchenkommissare haben nach pflichtgemäßem Ermessen Dienstreisen zu unternehmen und dabei besonders darauf zu achten, daß alle durch die Verordnungen vorgeschriebenen Bekämpfungsmaßnahmen aufs sorgfältigste durchgeführt werden. Sie müssen sich namentlich über den Zustand der Anstalten und Einrichtungen, die der Seuchenbekämpfung dienen, dauernd auf dem laufenden halten, sie nach Bedarf besichtigen, Anträge auf den Bau neuer oder die Abänderung bestehender Anlagen stellen, die Pläne für Neu- und Umbauten prüfen.

Wenn Fälle von übertragbaren Krankheiten in gehäufter oder epidemischer Form auftreten, haben sich die Seuchenkommissare über die Bekämpfungsmaßregeln an Ort und Stelle zu unterrichten. Dies gilt bei Typhus, Ruhr, Scharlach, Diphtherie, übertragbarer Genickstarrre, Tollwut (auch bei gehäuften Fällen von Verletzungen durch tollwütige oder tollwutverdächtige Tiere), Rückfallfieber, Trichinose, Rotz.

Bei den gemeingefährlichen Krankheiten und ihren Verdachtsfällen haben sie in jedem Falle von Aussatz, Cholera, Pest und Pocken örtliche Ermittelungen anzustellen. Bei Fleckfieber und Verdacht darauf sind nur gehäufte Erkrankungen einer örtlichen Kontrolle zu unterziehen, wobei auf die scharfe Durchführung der Entlausung besonders hinzuwirken ist. Auch bei Milzbrand sind nur anläßlich gehäufter Fälle örtliche Ermittelungen anzustellen. Die Seuchenkommissare haben auch die Sanierungsmaßnahmen bei den für Deutschland zu vermittelnden Arbeitern und den Rückwanderern zu überwachen und deren genaue Durchführung zu veranlassen.

Dienstreisen zur Behandlung Kranker, zu Impfungen, gewöhnliche Ortsbesichtigungen u. a. haben sie im allgemeinen nicht zu unternehmen, vielmehr ist dies Aufgabe der Kreisärzte.

7. Über die Wahrnehmungen haben die Seuchenkommissare den Kreischefs Mitteilung zu machen und Anträge auf Beseitigung der Mißstände zu stellen. Bei Gefahr im Verzuge haben sie die etwa noch erforderlichen Maßnahmen anzuordnen und den Kreischef hiervon zwecks Bestätigung umgehend zu benachrichtigen.

8. Die Seuchenkommissare haben Zutritt zu den Wohnräumen, in denen Infektionskrankheiten sich ereignet haben, zu den Kranken und Leichen, zu allen Krankenhausanstalten, in denen Infektionskranke untergebracht werden, wie z. B. auch den Dirnenkrankenhäusern, desgleichen zu den Entlausungs- und Desinfektionsanstalten, Herbergen, Schulen u. a.

9. Vor Erlaß von Polizeiverordnungen, die die Seuchenbekämpfung betreffen, soll der Kreischef auch den Seuchenkommissar hören.

10. Die Seuchenkommissare haben in Angelegenheit der Seuchenbekämpfung den Kreischefs und Kreisärzten auch sonst mit ihrem sachverständigen Rate zur Seite zu stehen.

11. Allwöchentlich haben die Seuchenkommissare über den Stand der Infektionskrankheiten, die Ergebnisse der Besichtigungen und den Erfolg ihrer Anträge dem Verwaltungschef schriftlich Bericht zu erstatten.

Die Seuchenkommissariate entsprachen im allgemeinen den Militärgouvernements, so daß im Falle einer Ablösung der gesamten Zivilverwaltung vor dem Aufhören der militärischen Okkupation die Militärgouvernementsärzte an die Stelle der Seuchenkommissare treten konnten. Mit der Einrichtung der Seuchenkommissare wurde die Forderung der deutschen Bundesregierungen, ihnen ihre Ärzte allmählich wiederzugeben, ferner das Drängen des polnischen Ministeriums für öffentliche Gesundheitspflege auf größere Selbständigkeit der auf ihre endgültige Anstellung wartenden Kreisarztstellvertreter und endlich auch die finanzielle Seite berücksichtigt, bei der das Bestreben sich geltend machen mußte, die große Zahl der Medizinalbeamten allmählich auf das notwendigste Maß zu beschränken. Am 1. November 1918 war das gesamte Verwaltungsgebiet in 15 Seuchenbekämpfungsbezirke aufgeteilt. Die Städte Warschau und Lodz und die Kreise Plock und Grojec blieben aus Zweckmäßigkeitsgründen mit je einem deutschen Kreisarzte und einem polnischen Kreisarztstellvertreter besetzt. In den Seuchenbekämpfungsbezirken wurden die polnischen Kreisarztstellvertreter dort, wo deutsche Kreisärzte nicht mehr vorhanden waren, zu Kreisärzten ernannt und ihnen damit das Gesamtgebiet der kreisärztlichen Aufgaben überwiesen.

Durch diese Regelung war für den Bereich der Medizinalverwaltung die Aufgabe erfüllt, die von der damaligen deutschen Reichspolitik den Okkupationsbehörden in Polen vorgeschrieben war, einen geordneten Verwaltungsapparat aus einheimischen Kräften auszubilden und die deutsche Verwaltung allmählich abzubauen. Wir waren hierbei in der glücklichen Lage, auf die im Lande vorhandenen ärztlichen Kräfte zurückgreifen zu können, hatten diese theoretisch und praktisch geschult und in den deutschen Verwaltungskörper eingefügt, in dem ihnen mehr und mehr freie Hand gelassen wurde. Ferner kam uns dabei zustatten, daß dem Gebiet der angewandten Hygiene jede politische Reibungsmöglichkeit fehlt und daß die Arbeit dem Lande sichtbar Nutzen brachte. Unter diesen Umständen war die Medizinalverwaltung gerüstet, unmittelbar zu demjenigen Zeitpunkt ihre Tätigkeit einzustellen, an dem die allgemeine Landesverwaltung der polnischen Regierung überlassen werden konnte.

Die Erfahrungen, die wir mit den polnischen Kreisarztstellvertretern und späteren Kreisärzten machten, waren im allgemeinen erfreulich. Die größere Zahl nahm sich mit Eifer und Geschick der Geschäfte an. Nur einzelne ließen zu wünschen übrig; namentlich besaßen die älteren, uns von dem polnischen Gesundheitsministerium zur Dienstleistung vorgeschlagenen Ärzte nicht mehr genug Spannkraft und Frische. Sie zeigten unter anderem die Neigung, in die alten Gewohnheiten lässiger Seuchenbekämpfung zurückzufallen und mußten darum von den deutschen Kreisärzten und Seuchenkommissaren häufig an die Vorschriften erinnert werden. Als Kuriosum möchte ich anführen, daß einer von diesen einen Impftermin nicht wahrnahm,

weil es an dem Tage zu stark regnete. Die Schwäche einzelner Kreisarztstellvertreter wurde dabei vom Ministerium voll anerkannt, ja manchmal noch schärfer als von uns beurteilt. Jedenfalls bestand bei dem damaligen Minister Dr. Chodzko das unverkennbare Bestreben, möglichst energische und kenntnisreiche Medizinalbeamte dem jungen polnischen Staate zu gewinnen, worin er bei uns jede Unterstützung fand. Bei einigen Kreisärzten trat auch eine allzu große Nachgiebigkeit gegen die Wünsche des Publikums in Erscheinung. Teilweise war diese Eigenschaft in dem polnischen Charakter begründet, der gegen den Bittsteller nicht hart zu sein vermag und im Durchschnitt höflich nnd gutmütig ist. Zum andern Teil aber kann man bei einem Volke, das seit mehr als hundert Jahren von den Machthabern zur Regierung nicht zugelassen war, sich nicht wundern, wenn nun selbst die Auserwählten über die besondern Beamteneigenschaften, z. B. im Verkehr mit anderen Behörden und dem Publikum noch nicht verfügen.

Des öfteren war zu beobachten, daß die Kreisarztstellvertreter das Wesentliche noch nicht scharf genug erkannten und Forderungen erhoben, die sich zurzeit nicht verwirklichen ließen, weil das Verständnis für diese Dinge in den breiteren Massen des Volkes fehlte und auch die Geldmittel nicht aufzubringen waren, die hierfür reichlich hätten fließen müssen. Bei solchen Hemmnissen stellte sich manchmal dann ein gewisser Unmut ein und der anfängliche Fleiß schien zu erlahmen. Doch überzeugten sich schließlich wohl alle davon, daß nur dem unermüdlichen und unverdrossenen Streben ein Erfolg beschieden sei und daß man sich dabei nach den zu Gebote stehenden Mitteln zu richten habe.

Auch die polnischen Medizinalbeamten sollten dem Fleckfieber ihren Tribut. Fünf von ihnen erkrankten und drei verstarben daran. Ihre Beerdigung erfolgte auf Staatskosten wie bei den deutschen Kreisärzten; auch trat die staatliche Hinterbliebenenfürsorge ein.

Zur Bildung von Kreisgesundheitsämtern wurde endlich die Anstellung von polnischen Kreisassistenzärzten vorgesehen, die sich wesentlich mit der sozialen Fürsorge befassen sollten (s. Kapitel Tuberkulose). Zunächst waren 20 in den größeren Kreisstädten beabsichtigt. Fünf von diesen wurden bereits angestellt, davon drei in Warschau und zwei in Lodz. Sie erhielten 450 Mark monatlich und durften neben der amtlichen Tätigkeit Privatpraxis ausüben.

4. Ärzte.

Bei Beginn der deutschen Verwaltung wurde besonders auf dem flachen Lande ein außerordentlicher Ärztemangel festgestellt, der zum Teil schon zu Friedenszeiten bestand. Durch den Krieg aber waren noch 229 Ärzte der Praxis entzogen worden, so daß im Anfang des Jahres 1916 auf etwa 40000 Einwohner des Landes nur 1 Arzt zu rechnen war. Der Ärztemangel war durch Einberufung zum russischen Heere, Flucht vor den deutschen Truppen und Abwanderung in die Großstädte hervorgerufen. Eine Bestandaufnahme ergab damals, daß in 64 Ortschaften die Niederlassung von Ärzten ein dringendes Bedürfnis darstellte. Die Heranziehung der Kreisärzte und der in den Ortschaften diensttuenden Truppenärzte, und die Einrichtung regelmäßiger

Sprechstunden in den größeren Ortschaften durch benachbarte Ärzte konnte zunächst einigermaßen Abhilfe schaffen. Allmählich gelang es dann, polnische Ärzte aus den deutschen Gefangenenlagern zu befreien und sie nach Abschluß eines Kontraktes im Lande anzusiedeln. Bis zum 1. April 1918 waren dies 52. Auch wurden ältere Kandidaten der Medizin mit einer vorläufigen Approbation versehen, ins Land entsandt und aus den größeren Städten einige Ärzte für die Niederlassung auf dem Lande gewonnen. So konnten rund 125 Arztstellen im Verwaltungsgebiet wieder besetzt werden. Am 1. Januar 1918 betrug die Zahl der Ärzte im Verwaltungsgebiet 835.

Wenn sich so die Versorgung des platten Landes mitÄrzten bis zu diesem Zeitpunkte auch verbessert hatte, entsprachen doch die Verhältnisse noch keineswegs den zu stellenden Anforderungen. Es gab noch immer größere ländliche Bezirke, die jedes Arztes entbehrten und auf die unzureichende Hilfe von Feldscheren angewiesen waren. Eine größere Sicherung des Bedarfs an Ärzten trat erst nach dem Frieden mit Rußland ein, demzufolge eine große Zahl polnischer Ärzte, die sich beim russischen Heere befanden oder seinerzeit geflüchtet waren oder ihren bisherigen Wohnsitz in Rußland wegen der bolschewistischen Greuel aufgaben, nach Polen übersiedelten. Auch aus den Kriegsgefangenenlagern wurden wiederum Ärzte der Verwaltung überwiesen. Mit einigen dieser Ärzte besetzten wir aber nur noch Krankenhausarztstellen. Die Übrigen ließen sich dort selbständig nieder, wo sie ihren Unterhalt zu finden hofften. Die vorläufigen Approbationen für die Kandidaten der Medizin wurden entsprechend der Umgestaltung der Dinge zurückgezogen. Im ganzen hatte sich so bis zum 1. Oktober 1918 die Zahl der Ärzte auf nahezu 1200 vermehrt, so daß nun auf etwa 5400 Einwohner ein Arzt kam.

Für einen größeren Nachwuchs in der Ärzteschaft wird zukünftig die starke Frequenz der medizinischen Fakultät an der Universität Warschau in günstiger Weise sorgen.

Von der aus ärztlichen Kreisen gewünschten Einrichtung einer Ärztekammer wurde mit Rücksicht auf den häufigen Wechsel der polnischen Regierungen Abstand genommen und diese Einrichtung der Zukunft überlassen.

Zahlreiche polnische Ärzte beteiligten sich von Anfang an eifrig an der Seuchenbekämpfung, leider fielen auch mehrere von ihnen dem Fleckfieber zum Opfer. Von den vorläufig approbierten Kandidaten der Medizin — zumeist Juden — weigerten sich mehrere, an der Seuchenbekämpfung teilzunehmen, da sie sich vor der Infektion fürchteten. Überhaupt waren die Erfahrungen mit diesen Kandidaten im allgemeinen nicht günstig. Am 1. Januar 1918 waren hiervon 40 vorhanden, am 1. Oktober 1918 nur noch 18.

Nach Artikel 54 der Russischen Ärzteordnung ist jeder Arzt, der die Praxis nicht aufgegeben hat, verpflichtet, auf Ersuchen des Kranken Hilfe zu leisten. Der § 497 des Russischen Strafgesetzbuches von 1903 setzt auf Verstöße gegen den Kurierzwang der Ärzte, Feldschere, Hebammen und Krankenhauswärter empfindliche Strafen. Ein polnischer Arzt mußte daher wegen wiederholter Verweigerung ärztlicher Hilfe bestraft werden.

Allgemein fielen schon bei Kriegsbeginn die sehr hohen Honorarforderungen der Ärzte gegenüber den Sätzen der Preußischen Ärztetaxe auf. Im Jahre 1918 genehmigte z. B. der Warschauer Ärzteverein einen Tarif, wonach für die Konsultation des Arztes in seiner Sprechstunde 10, außerhalb dieser 20 M. zu entrichten war. Für einen Besuch des Kranken waren 15, vor 8 Uhr früh und nach 8 Uhr abends aber 30 M. zu zahlen. Diese Summe stand auch jedem Teilnehmer an einem Konsilium zu. Auch für kürzere Fahrten über Land wurden vielfach ungeheure Preise verlangt und gezahlt, die sich selbst bei einfachen ärztlichen Leistungen auf 200—300 Mark beliefen. Zu den Landärzten bekundete die Bevölkerung im allgemeinen kein besonderes Vertrauen. Die polnischen Gutsbesitzer zogen vor dem Kriege gern polnische Autoritäten aus Warschau, Krakau und auch bekannte Ärzte aus Posen zu. Die reichen Juden reisten zu deutschen Ärzten nach Thorn, Königsberg, Breslau und Berlin, zum Teil auch, weil die deutschen Ärzte billiger waren als die polnischen. Für die Ärzte in den kleineren Orten war daher die ärztliche Tätigkeit recht unbefriedigend, sie konnten oft weder ein standesgemäßes Einkommen erwerben, noch Erfahrungen sammeln, weil sie selten ein Krankheitsbild verfolgen konnten. Im allgemeinen nämlich werden sie nur einmal zum Kranken geholt; hilft die Verordnung nicht gleich, so taugt der Arzt nichts. Das jüdische Volk, das, wie wir schon erwähnten, um die Gesundheit seiner Angehörigen aus religiöser Pflicht sehr besorgt ist, zieht in schwierigen Fällen gern auch mehr Ärzte auf einmal zu. Drei bis vier Ärzte kommen so zusammen und treffen ihre Verordnung; die Medikamente, die die einzelnen verschreiben, werden ruhig durcheinander eingenommen. Eine gemeinsame fortlaufende Behandlung nach deutscher Art findet nach der Konsultation nicht statt; jeder der Ärzte geht wieder seiner Wege. Das Honorar erhält der Arzt, meist in entsprechender Höhe, nach dem Besuche in die Hand und ist damit abgefunden. Die Juden heben alle Rezepte wie ein Heiligtum auf, weil es verdienstlich ist, viel für den Kranken ausgegeben zu haben, und weil sie dies auch gern vor anderen zeigen mögen. Zu chirurgischen Operationen, auch bei inneren Erkrankungen, lassen sich Polen und Juden gleich gern herbei.

Manche der auf dem Lande praktizierenden Ärzte haben gegenüber dem deutschen praktischen Arzte ein nur mäßiges Wissen und Können. Besonders fiel uns dies bei der Geburtshilfe auf. Mit Zerstückelung der Kinder, Abschneiden vorgefallener Gliedmaßen, Auskratzungen der Gebärmutter und dergleichen war man schnell bei der Hand; die Stellung der Anzeige für bestimmte Eingriffe war mangelhaft. Man gewann ferner oft den Eindruck, als wäre das Geldverdienen die Hauptsache; Hilfe zu bringen den Leidenden schien nur der Weg dazu zu sein. Gründlich allgemein-durchgebildete praktische Ärzte fand man wenig. Dagegen war ein übermäßig ausgebildetes Spezialistenwesen zu bemerken. Allgemein bestand eine große Abneigung „in die Provinz“ zu gehen; man begnügte sich oft mit bescheidenem Einkommen, um nur in Warschau „leben“ zu können. So blieben selbst nach der Besserung der ärztlichen Versorgung des platten Landes immer noch zuviel Ärzte in den großen Städten, namentlich in Warschau, zurück, weil sie die geringen Annehmlichkeiten des Landlebens nicht schätzten und überhaupt recht wählerisch waren.

Mehrfach mußten die Ärzte streng ermahnt werden, der Meldepflicht bei Infektionskrankheiten nachzukommen, in einigen Fällen war eine Bestrafung nicht zu umgehen. Die Unterlassung der Anzeige geschah mit Rücksicht auf die Praxis. Das Attestwesen litt unter einer gewissen Unsicherheit; man gewann den Eindruck, daß manche Ärzte für Geld jedes Attest ausstellten.

5. Zahnärzte.

Bis zum Jahre 1904 gab es in Polen, abgesehen von den praktischen Ärzten, die sich spezialistisch mit Zahnheilkunde befaßten, nur sogenannte Dentisten, die nach Beendigung einer dreijährigen Gehilfenzeit bei anderen Dentisten und nach Ablegung einer einfachen Prüfung über Anatomie und Therapie der Mundhöble die Erlaubnis zur Ausübung der Praxis erhielten. Das Verschreiben von Rezepten, das Anbringen von Schildern mit der Aufschrift „Zahnärztliches Kabinett" und die Führung des Titels „Zahnarzt" war ihnen verboten. Unterschieden von den Dentisten waren die dentistischen Techniker, die nur im Auftrage der Dentisten und unter deren Verantwortlichkeit künstliche Zähne, Gebisse und dergleichen anfertigen durften.

Seit dem Jahre 1904 wurden alsdann durch ein besonderes russisches Gesetz zur Zahnheilpraxis nur Personen zugelassen, die nach Vollendung von sechs Gymnasialklassen eine zahnärztliche Schule besucht und ein eingehendes Examen bestanden hatten. Der Ausbildungsgang in diesen privaten Zahnarztschulen erstreckte sich auf theoretische Anatomie und Histologie, Physiologie, allgemeine Pathologie, Pharmakologie, Chirurgie und theoretische wie praktische Zahnheilkunde und dauerte $2^1/_2$ Jahre. Nach bestandener Prüfung, die von Lehrern der Universität abgehalten wurde, erhielten die Ausgebildeten den Titel „lekarz dentysta" und das Recht, Zahnheilkunde zu treiben. Denjenigen Dentisten, die im Jahre 1904 auf Grund der alten Berechtigung tätig waren, blieb die Weiterführung der Praxis erlaubt.

In Ärztekreisen herrschte gegen die „Zahnärzte" eine gewisse Mißstimmung, die sich wesentlich auf die Führung des Arzttitels trotz mangelhafter Ausbildung bezog. Den praktischen Ärzten, die sich mit Zahnheilkunde befaßten, wurde daher von der Verwaltung gestattet, sich neben dem Titel „Dr. med." auch als Odontologe zu bezeichnen.

Ferner wurde den Besitzern der drei Zahnarztschulen in Warschau bis zu dem Zeitpunkt, wo die Ausbildung praktischer Zahnärzte in einem zahnärztlichen Universitätsinstitute vorgenommen würde, die Erlaubnis zum Weiterbetriebe der Anstalten nach den russischen Vorschriften gegeben. Eine besondere Kommission aus Universitätsprofessoren und praktischen Zahnärzten unter Leitung der Medizinalabteilung des Verwaltungschefs prüfte bis zum Ende der Berichtszeit 378 Kandidaten und approbierte diejenigen, die das Examen bestanden, als „lekarz dentysta". Von 210 Prüflingen im Jahre 1918 erhielten 197 das Befähigungszeugnis. Diese Zahnärzte stehen in ihrer Ausbildung zwischen dem praktischen Zahnarzt und dem Zahntechniker deutscher Bezeichnung.

Auf den berechtigten Wunsch der Medizinalabteilung des polnischen Departements des Innern wurde dann die Anordnung getroffen, daß die vom 1. Januar 1918 in die Zahnarzt-



schulen eintretenden Schüler das Abiturientenexamen an einem Gymnasium bestanden haben müßten. Ferner wurde die Ausbildungszeit um ein Semester verlängert. In diesem Semester sollten noch zahlreiche praktische zahntechnische Arbeiten ausgeführt werden und ein Unterricht in der Hygiene und Prophylaxis der Zahnheilkunde, in der Regulierung der Zähne und in der Röntgen-Diagnose stattfinden. Den Besitzern der Zahnarztschulen wurde aufgegeben, zur Leitung der praktischen Ausbildung der Zöglinge Spezialärzte der Zahnheilkunde anzustellen und mehr als bisher auf die regelmäßige Teilnahme der Schüler an den Vorlesungen zu achten. Am 1. Januar 1918 gab es im Verwaltungsgebiet 452 Zahnärzte, 199 Dentisten und 39 Zahntechniker (Frauen miteinbegriffen).

6. Feldschere.

Die im Lande zahlreich vorhandenen Feldschere sind Medizinalpersonen, die in ihrer Ausbildung ungefähr den früheren preußischen Wundärzten (Chirurgen) entsprechen. Sie erfuhren in der beim Kindlein-Jesu-Hospital in Warschau befindlichen Feldscherschule im allgemeinen eine einjährige praktische und theoretische Ausbildung, nachdem sie bereits ein bis zwei Jahre in Krankenhäusern der Provinz sich praktisch beschäftigt hatten, und erhielten alsdann eine staatliche Approbation. Die Ausbildung in der Feldscher-Schule bezog sich, entsprechend der Verordnung vom Jahre 1838, auf die Hilfsleistung in der Praxis der Ärzte und in den Krankenhäusern, auf Tätigkeit in der niederen Chirurgie (auch Pockenschutzimpfung), auf erste Hilfe bei Unglücksfällen und auf die Krankenpflege. Wie aber zu russischer Zeit in Polen sich niemand um gesundheitliche Gesetze und Verordnungen kümmerte, so waren auch die Feldschere überall zur allgemeinen Heiltätigkeit übergegangen, unternahmen ganz unnütze und oft lebensgefährliche Kuren gegen manchmal unerhörtes Honorar, besaßen Hausapotheken und dispensierten nach Rezeptbüchern und der russischen Pharmakopöe selbst Gifte zum inneren Gebrauch [1]).

Der Ärztemangel auf dem flachen Lande war zum Teil dadurch zu erklären, daß die eingesessenen Feldschere gegen die Ärzte, die sich niederließen, sofort einen wütenden Kampf begannen, den sie mit Hilfe der bestochenen russischen Polizeimeister oft auch siegreich beendeten. Noch zu unserer Zeit erschöpften die Feldschere, denen wegen wiederholter schwerster Vergehen die Approbation entzogen war, alle Rechtsmittel, um wieder in deren Besitz zu kommen. Hierbei spielten Bescheinigungen ihrer Ehrlichkeit und Tüchtigkeit, die am Schlusse von Hundert und mehr „Patienten" unterschrieben waren, eine Hauptrolle. In einem Falle verlangte die Judenschaft 2000 Rubel für derartige Unterschriften, der Feldscher wollte aber nur 500 zahlen, so daß sich der Handel zerschlug.

Von den bei Beginn der Medizinalverwaltung vorhandenen Feldscheren waren die jüngeren Jahrgänge im Besitze leidlicher Fachkenntnisse, während die älteren von ihnen nur über ein winziges Wissen verfügten. Die weitaus schlechteste Ausbildung

---

[1]) Fast wörtlich so lautet der Bericht des Stadtphysikus von Posen über das Unwesen der Chirurgen im Jahre 1800. Rodgero Prümers „Die Stadt Posen in südpreußischer Zeit". Zeitschrift der historischen Gesellschaft für die Provinz Posen. 1908.



hatten die früheren Militärfeldschere, die nach Beendigung ihrer Dienstzeit sich in den kleinen Städten und Dörfern niedergelassen hatten. Gleichwohl waren von jeher die Feldschere die Vertrauten des einfachen Volkes, das sie nicht selten mit dem Titel „Professor" beehrte. Bei allen Krankheiten, auch den ansteckenden, wurden sie in erster Linie zu Rate gezogen. Man fragte wohl manchmal den Feldscher, ob man noch einen Arzt zuziehen müsse, doch lehnte der Feldscher im Gefühl seiner Kunst — und im Interesse seiner Einkünfte dies für gewöhnlich ab. Wenn man aber schließlich trotzdem noch einen Arzt herbeirief, so war öfters bei der schon eingetretenen Vernachlässigung des Kranken keine menschliche Hilfe mehr möglich.

Gegen die von der Medizinalverwaltung erlassene Verordnung über Anzeigepflicht bei Infektionskrankheiten wurden anfangs zahlreiche Verstöße beobachtet. Gegen ein reichliches Trinkgeld verheimlichten die Feldschere die Seuchenfälle recht gern und verhinderten damit die der Bevölkerung zunächst so verhaßte Überführung der Kranken in die Spitäler und sonstige Maßnahmen der Gesundheitsbehörde. Sie sagten den Leuten, daß ein Arzt sicher die Aufnahme in das Krankenhaus veranlassen würde, und mehrten so ihre eigene Praxis. Scharfe Bestrafungen, und die zeitweilige, bisweilen auch dauernde Entziehung der Approbation brachten aber allmählich eine wesentliche Besserung zustande.

Nach Ausmerzung der unbrauchbaren Elemente konnte auch ein Teil der Feldschere als brauchbares Hilfspersonal bei der Bekämpfung der Infektionskrankheiten von den Kreisärzten gewonnen werden. Man bildete die einen zu Gesundheitsaufsehern oder zu Desinfektoren aus und zog andere nach Unterricht in der deutschen Methode auch zu Schutzimpfungen heran. Zu diesem Zwecke wurde eine große Zahl von Feldscheren, die sich in den Krankenhäusern zu Warschau bereits sehr bewährt hatten, für die genannten Aufgaben in die Landkreise entsandt.

Über die allgemeinen Rechte und Pflichten der Feldschere wurde eine Verordnung im Einvernehmen mit dem Militär-General-Gouvernement in Lublin und dem Staatsrat erlassen, um den vielfach beobachteten unheilvollen Mißbräuchen für die Zukunft einen Riegel vorzuschieben. Die Verordnung selbst hob hervor, daß der Feldscher selbständig nur an Orten, in denen ein Arzt fehlte oder wohin ein solcher nicht leicht geholt werden konnte, die Tätigkeit auszuüben hätte, zu der ihn die Anweisung vom Jahre 1838 berechtigte. Sonst dürfe er aber nur auf Geheiß eines Arztes in Funktion treten. Die Feldschere wurden der technischen Aufsicht der Kreisärzte unterstellt und verpflichtet, auch seuchenpolizeiliche Aufträge der Medizinalbeamten auszuführen.

Die Feldscherordnung bewährte sich sehr. Die ursprünglich mehr oder minder große Gemeingefährlichkeit der Feldschere nahm ab und machte, nachdem Verstöße gegen die Bestimmungen streng geahndet waren, einem im allgemeinen zufriedenstellenden Zustande Platz.

In einigen Kreisen des Landes wurden ferner invalide deutsche Soldaten als Gesundheitsaufseher angestellt. Ferner konnte eine größere Anzahl vorgebildeter kriegsgefangener polnischer Sanitäter nach Bindung durch einen Vertrag zu diesem Zwecke den Kreisen überwiesen werden. Je nach Zuverlässigkeit des einheimischen

Personals fand eine Einteilung zahlreicher Kreise in Gesundheitsaufsichtsbezirke statt, in denen Gesundheitsaufseher eingesetzt wurden.

Um das bereits bedrohliche Übermaß der Zahl der Feldschere nicht zu vergrößern, wurde die Wiederaufnahme des Betriebes der Feldscherschule in Warschau während des Krieges untersagt. Am 1. Januar 1918 zählte man im Verwaltungsgebiet 1138 Feldschere, im Sommer des Jahres kehrten noch manche aus Rußland zurück, so daß Ende Oktober die Gesamtzahl auf rund 1200 angestiegen war.

7. Krankenpflege-Personal.

Vielfach ermangelten die im Lande vorgefundenen Krankenhäuser, besonders die auf dem flachen Lande eines zuverlässigen Krankenpflegepersonals. Ferner wurde es notwendig, die von der Verwaltung neu eingerichteten Spitäler hiermit in ausreichendem Maße zu versehen. Es wurden daher Ordensschwestern (vom Orden „Vincenz und Paul“) und rund 300 private Pflegeschwestern aus Warschau überall dorthin entsandt, wo sich Mangel bemerkbar machte.

Im ehemaligen russischen Nonnenkloster Wierów, Kr. Sokolow, beschäftigten sich auch Schwestern des Ordens von der unbefleckten Empfängnis aus einem galizischen Mutterhause mit Krankenpflege.

Während die Ordensschwestern im allgemeinen sich dienstwillig, fleißig und geschickt erwiesen, fanden sich unter den privaten Pflegeschwestern vielfach ganz oberflächlich ausgebildete, den Aufgaben nicht gewachsene, wenig gewissenhafte und auch moralisch nicht einwandsfreie Personen, die nach der Anstellung alsbald wieder entlassen werden mußten. Dasselbe galt von den Krankenpflegern, von denen viele wegen Bestechlichkeit oder sonst unmoralischen Lebenswandels entfernt wurden. Häufiger verursachten unzufriedene Elemente Schwierigkeiten in den Betrieben der Krankenhäuser. In Warschau trat einmal das gesamte Dienstpersonal der Städtischen Hospitäler in Ausstand, so daß polnische Frauen und Studenten zur freiwilligen Krankenpflege aufgerufen werden mußten. Und dies gerade, als das Fleckfieber in der Stadt einen außerordentlichen Umfang angenommen hatte. Allgemein machte sich zunächst eine große Unkenntnis der Pflegepersonen in der Behandlung von Infektionskrankheiten bemerkbar, sodaß viele von ihnen an Fleckfieber und Typhus erkrankten. Letzteres geschah öfters, obwohl sie sämtlich gegen Typhus schutzgeimpft worden waren. Allmählich aber verbesserte sich Leistung und Zuverlässigkeit durch schärfere Auswahl und die Mühe, die sich die Kreisärzte mit der Ausbildung gaben. Eine Umfrage bei den Kreisärzten im Sommer 1918 ergab, daß etwa zwei Drittel des gesamten Personals beruflich und sittlich als ausreichend anzusehen wäre.

In Lodz wurde eine Schule für Pflegeschwestern ins Leben gerufen, in der in einjährigem Kursus bereits 46 tüchtige Pflegekräfte ausgebildet werden konnten.

In 19, zumeist Kreiskrankenhäusern waren als Oberinnen auch deutsche Rote-Kreuz-Schwestern mit Erfolg tätig. In einigen Städten setzte man solche auch als Gemeindepflegeschwestern an.

Die Versorgung des Landes mit Krankenpflegepersonen konnte bei Abschluß der Verwaltung als ausreichend bezeichnet werden. Insbesondere sind genügend viele,

durch Überstehen von Fleckfieber immun gewordene Krankenpflegepersonen an den Seuchenspitälern unter guten Bedingungen fest angestellt worden.

8. Apotheker und Apothekenwesen. Versorgung des Landes mit Arzneimitteln.

In Polen gibt es einen gleichmäßig vorgebildeten Apothekerstand nicht. Man unterscheidet bei den Apotheken zwei Formen, die Normal- und die Landapotheken, die sämtlich freiverkäufliche Konzessionen haben und an ein Grundstück nicht gebunden sind. Bei Verkäufen ist lediglich der Wechsel des Besitzers dem Medizinalaufsichtsbeamten anzuzeigen. Die Apothekenkonzessionen sollen wie andere staatliche Berechtigungen zur Zeit der Russenherrschaft als ein beliebtes Mittel der Machthaber gegolten haben, sich für zarte Beziehungen den Angehörigen erkenntlich zu zeigen. Die Normalapotheken dürfen nur von einem approbierten Apotheker (Provisor der Pharmazie) geleitet werden, der nach einer dreijährigen Tätigkeit als Gehilfe und einem zweijährigen Universitätsstudium die Staatsprüfung bestanden hat, während zur Leitung der Landapotheke das Apothekergehilfen-Examen und eine zweijährige Praxis in einer Apotheke genügt. Dieser Dualismus ist nach den Studien, die die Medizinalverwaltung in den Warschauer Archiven angestellt hat, offenbar noch auf die frühere preußische Verwaltungszeit von 1793 bis 1806 zurückzuführen. Wenigstens enthält die revidierte Apotheker-Ordnung vom 11. Oktober 1801 in den §§ 8—10 derartige Bestimmungen, an denen die Behörden, die die preußischen im Jahre 1806 ablösten, offenbar nichts geändert haben.

Die polnische Medizinalgesetzgebung vom Jahre 1840—1844 kennt, wie uns mitgeteilt wurde, den Unterschied zwischen Normal- und Landapotheken nicht. Die russischen Behörden aber haben nach dieser Zeit die früheren Zustände auf diesem Gebiet wieder aufleben lassen. Nach Ansicht des polnischen Staatsrats sind indessen die polnischen Gesetze jener Jahre nicht rechtsverbindlich aufgehoben worden, so daß sie zwar ruhten, aber heute ohne weiteres wieder Geltung hätten. Ob dies zutrifft, kann hier nicht entschieden werden. Zurzeit besteht jedenfalls die auf die Dauer unhaltbare Erscheinung eines voll- und eines halbausgebildeten Apothekerstandes.

Es waren am 1. Oktober 1918 im Verwaltungsgebiet 305 Normal- und 158 Landapotheken vorhanden. Daneben bestand namentlich in den großen Städten und in den Industriegebieten eine größere Zahl von Dispensieranstalten an den Krankenhäusern, Ambulatorien und Fabriken, die die wirtschaftliche Lage der Apotheken, die bereits unter der Konkurrenz der Drogenhandlungen zu leiden haben, wesentlich verschlechterten. Um die Zahl der Landapotheken nicht zu vermehren und so der geplanten Regelung entgegenzuarbeiten, wurden neue Konzessionen für Landapotheken nicht erteilt. Für Normalapotheken ist nur eine Konzession ausgegeben worden. Zwei Landapotheken wurden in Normalapotheken umgewandelt.

Durch den Krieg waren zahlreiche Apotheken verwüstet, vielfach waren die Besitzer geflohen. Von diesen Apotheken wurden, soweit sie nicht vollständig zerstört waren, bis zum 31. Dezember 1917 33 wieder eröffnet und nötigenfalls mit einer geeigneten Leitung versehen.

Die während des Krieges im Lande zahlreich vorhandenen, aus den Generalgouvernements Warschau und Lublin stammenden Apothekerlehrlinge wurden nach

Beendigung der dreijährigen Praxis in einer Normalapotheke durch eine besondere Kommission unter Leitung des Verfassers vierteljährlich geprüft (bis zum Abschluß der Verwaltung 382). Im Jahre 1918 wurde zu den Prüfungen auch der pharmazeutische Referent im Ministerium für öffentliche Gesundheitspflege zugezogen. Bei den Prüfungen zeigte es sich nun, daß die Schulbildung der Lehrlinge sehr zu wünschen übrig ließ und die theoretische Vorbildung nicht durch die Lehrherren, sondern in einer privaten Pharmazieschule in Warschau erfolgt war. Um in diese Verhältnisse einigermaßen Ordnung zu bringen, wurde zum 1. Januar 1917 das Maß der Schulvorbildung von 4 auf 6 Mittelschulklassen erhöht. Die Lehrlinge mußten ferner durch den Kreisarzt angenommen und kontrolliert werden. Nur zwingende Gründe durften zu einem Wechsel in der Lehrstelle führen. Vor allem aber wurde dem Lehrherrn aufgetragen, sich mehr als bisher mit der theoretischen Ausbildung der Lehrlinge zu befassen. Infolge dieser Anordnung und stets strenger Prüfung hoben sich die Kenntnisse der sich zum Examen stellenden Lehrlinge allmählich doch wesentlich.

Unter den jungen Apothekereleven befand sich schon immer eine Menge unruhiger Elemente, die, wie die polnischen Studenten, vom Werte ihrer Persönlichkeit übermäßig eingenommen waren. Im Revolutionsjahre 1905 setzten sie, wie uns mitgeteilt wurde, ihre Forderungen auf höhere Bezahlung bei ihren Lehrherren mit der Pistole in der Hand durch. Im März 1918 traten in Warschau und später in Czenstochau alle Angestellten in den Apotheken in Ausstand, so daß der Betrieb nur mit Mühe aufrechterhalten werden konnte.

Um nun die modernen Ansprüchen nicht mehr genügenden Verhältnisse allmählich in richtige Bahn zu bringen, wurde auf Grund von Verhandlungen, die mit Geheimrat Dr. Thoms, Berlin[1]), und den beteiligten Kreisen gepflogen worden waren, von ihm ein Entwurf für die einheitliche Ausbildung der Apotheker und die Regelung des Apothekenwesens im Jahre 1917 ausgearbeitet. Auch wurde damals bereits erörtert, wie man am geeignetsten die Landapotheken in Normalapotheken umwandeln könne. Im Jahre 1918 legte dann das polnische Ministerium einen eigenen Entwurf über die Prüfungsordnung der Apotheker vor und auch das Generalgouvernement in Lublin sandte einen solchen ein. Der endgültige Text ist von dem Verfasser und den Leitern der polnischen und k. und k. österreichisch-ungarischen Medizinalverwaltung im Juli 1918 in gemeinsamer Beratung festgestellt worden, das Gesetz aber gelangte infolge der politischen Wirren bis Ende November 1918 nicht mehr zur Verabschiedung. Die Grundlage des Gesetzes bildete das Zeugnis der Gymnasialreife, von der die polnischen Vertreter nicht abgingen, obwohl von deutscher Seite darauf hingewiesen wurde, daß dann der Zufluß zur Laufbahn erheblich abschwellen und späterhin sich auch niemand mehr finden würde, der eine Landapotheke übernähme. Die polnischen Universitätslehrer aber erhofften, abgesehen von der wünschenswerten Gleichstellung der Pharmaziestudenten an der Hochschule, eine Verminderung des

---

[1]) H. Thoms: Hygiene und Arzneiversorgung im Königreich Polen. Bericht der deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft 1917.

gewaltigen Zudranges zum medizinischen Studium. Der deutschen und auch österreichischen Warnung schlossen sich mehrere praktische Apotheker an. Diese waren auch ferner mit uns der Meinung, daß eine genügend lange praktische Ausbildung in der Apotheke, namentlich bei dem kaufmännischen Charakter des Gewerbes gefordert werden müsse. Das Übergewicht der pharmazeutisch-wissenschaftlichen Vertretung in den Beratungen schwächte aber den Widerstand der zugezogenen Apothekenbesitzer ab. So kam folgende Vereinbarung zustande: Mit dem Zeugnis der Reife wendet sich der der Apothekerkunst Beflissene einem zweijährigen pharmazeutischen Universitätsstudium zu, besteht danach den wissenschaftlichen Teil der Hauptprüfung, unterzieht sich einer einjährigen praktischen Ausbildung in einer Apotheke, studiert wieder ein Jahr lang und legt nun den fachlichen Teil der Hauptprüfung ab. Nach vollbestandenem Examen heißt er Magister der Pharmazie. Als solcher muß er noch drei Jahre berufliche Praxis in einer Apotheke ausüben, um die Berechtigung zur Leitung einer solchen zu erhalten. Auf Grund wissenschaftlicher und literarischer Leistungen kann der Magister zum Doktor der Pharmazie ernannt werden. In diesem Falle reichen zwei Jahre beruflicher Praxis in einer Apotheke aus, um sie leiten zu dürfen. Der Magister der Pharmazie, der noch zu erlassenden Vorschriften genügt, kann das Diplom eines Nahrungsmittelchemikers erhalten.

Außerdem wurden bis zum Inkrafttreten des Gesetzes Übergangsvorschriften erlassen, nach denen die bis zum 1. Januar 1917 in Ausbildung getretenen Lehrlingen mit einer vierklassigen, die späteren mit einer sechsklassigen Mittelschulbildung zu einer dreijährigen Tätigkeit in einer Normalapotheke verpflichtet und nach bestandenem Gehilfenexamen zum pharmazeutischen Studium zugelassen werden.

Ob das Gesetz später zur Verabschiedung gelangte, entzieht sich meiner Kenntnis.

Die Besichtigung der äußerlich oft glänzend ausgestatteten Apotheken durch die Kreisärzte ergaben mancherlei Mängel. Die Verstöße richteten sich vor allem gegen die von der russischen Regierung erlassenen Vorschriften über die Aufbewahrung der Gifte und starkwirkenden Arzneimittel. Auch herrschte in den Laboratorien und Vorratsräumen nicht die in den deutschen Apotheken zu findende Ordnung und Sauberkeit. Gegen diese Übelstände wurde regelmäßig eingeschritten. Mehrere Apotheken mußten bis zur Beseitigung der Beanstandungen geschlossen werden. Eine nähere Beschreibung der Zustände im polnischen Apothekenwesen hat Geheimrat Thoms in dem oben erwähnten Schriftchen gegeben, so daß ich hier darauf verzichten kann.

Am 1. Januar 1918 zählte man in den Normalapotheken 272 Apothekenbesitzer, 91 Apothekenverwalter, 82 Provisoren, 307 Gehilfen und 178 Lehrlinge. In den Landapotheken waren 124 Besitzer, 39 Verwalter und 22 Gehilfen tätig. Die Frauen sind in diesen Zahlen miteinbegriffen.

Die Satzungen für einen allgemeinen Apothekerverein wurden nach deutschem Muster aufgestellt und genehmigt; die Bildung von Apothekerkammern war Gegenstand der Beratung, wurde schließlich aber der Zukunft überlassen.

Polen bezog seinen Bedarf an Arzneimitteln in fertiger Ware oder Arzneistoffen hauptsächlich aus Deutschland. Nur wenige Arzneimittel wurden im Lande selbst

hergestellt. Der große Mangel an Arzneimitteln, Desinfektionsmitteln und Verbandstoffen, der in den Apotheken während der Okkupationszeit allmählich eintrat, konnte dadurch beseitigt werden, daß das Fehlende in größeren Mengen aus Deutschland eingeführt wurde, nachdem hierzu von der Medizinalverwaltung die Aufhebung des Ausfuhrverbots bei dem Reichskommissar für Ausfuhrbewilligungen in Berlin beantragt worden war. In den ersten Monaten der Verwaltung waren es die Apotheker selbst, die so ihre Waren in Deutschland bestellten. Als später aber Lodz und Warschau in Verwaltung genommen wurden, zeigte es sich, daß hier neben Niederlassungen von Firmen der deutschen chemischen Großindustrie mehrere einheimische Groß-Drogenhandlungen bestanden, die in Friedenszeiten die Einfuhr aus Deutschland besorgten, vorzugsweise den Arzneimittelhandel im Lande und nach Rußland hin beherrschten und die Mittel von sich aus an die Apotheker verkauften. Auch diesen Groß-Drogenhandlungen wurde nun der Bezug aus Deutschland ermöglicht. Im Frühjahr 1916 wurden über den Arzneimittelverkehr von Deutschland nach dem Verwaltungsgebiete, innerhalb seiner Grenzen, nach dem österreichischen Verwaltungsgebiete und nach dem Etappengebiet im Einvernehmen mit dem Reichsamt des Innern, dem Kriegsministerium in Berlin und dem Generalgouvernement bestimmte Grundsätze erlassen. Große Mengen dieser Waren flossen auf diese Weise fortwährend dem Lande zu.

Im letzten Jahre aber machte sich entsprechend der Abnahme der Kriegsereignisse im Osten im Arzneimittelhandel das Bestreben geltend, möglichst viel Medikamente aufzustapeln. Spekulanten hofften, bei einem Friedensschluß mit Rußland dorthin ihre Vorräte mit hohem Gewinn abstoßen zu können. Es wurde daher die wirkliche Bedarfsfrage von den genannten deutschen Instanzen noch schärfer als früher geprüft.

Ferner begann, infolge der sich allmählich verringernden legitimen Zufuhr aus Deutschland, der Schmuggel sich zu verstärken. Die Arzneimittel gelangten in die Hände von Personen, die für diesen Handel weder sachverständig waren, noch auch die nötige Zuverlässigkeit besaßen. Diese Leute trieben nun durch einen lebhaften Kettenhandel die Preise in phantastische Höhe. Steigerungen der Einkaufspreise bis zu 1500% waren die Folge. Diese Preissteigerung bot nun ihrerseits wieder einen großen Anreiz zum Schmuggel, so daß die deutschen Vorräte in hohem Maße gefährdet und den Behörden in Deutschland und im Verwaltungsgebiet die Kontrolle über die Ware erschwert werden mußte. Es wurde daher eine Verordnung erlassen, die den Großhandel mit Arzneiwaren von einer Erlaubnis des Verwaltungschefs abhängig machte und die Bewegung der Ware im Verwaltungsgebiet regelte. Übermäßige Preissteigerung, Kettenhandel und Zurückhaltung von Waren wurde unter hohe Strafe gestellt.

Bald nach Erlaß der Verordnung trat eine nicht unwesentliche Senkung der Arzneimittelpreise ein.

Da die russische Arzneitaxe von 1911 den durch den Krieg veränderten Verhältnissen nicht mehr entsprach, wurde im Verfolg der vom Reichsamt des Innern gebilligten Richtlinien über den Verkehr mit Arzneimitteln eine Arzneitaxe auf Grund einer Einkaufsliste erlassen. Die Arzneitaxe wurde den Preisänderungen entsprechend

alle Vierteljahre ergänzt. Die Vorarbeiten hierzu lieferte im Auftrage des Verwaltungschefs bis zum 1. April 1918 die Pharmazeutische Gesellschaft in Warschau, später der pharmazeutische Referent im Ministerium für öffentliche Gesundheitspflege.

9. Drogisten und Drogenhandel.

Von der russischen Regierung war für den Drogisten eine besondere Ausbildung vorgeschrieben. Er mußte fünf Jahre in einer Drogenhandlung lernen und wurde, wenn er die Volljährigkeit erlangt hatte, zum „Materialistenexamen" vor einer staatlichen Kommission zugelassen. Nach bestandenem Examen wurde er vereidigt. So wurden denn auch zur Zeit der deutschen Herrschaft von einer besonderen Kommission unter Leitung des Verfassers bis zum Ende der Berichtszeit 372 Drogistenlehrlinge aus den Generalgouvernements Warschau und Lublin geprüft. An den Prüfungen nahm im Jahre 1918 auch der pharmazeutische Referent im Ministerium für öffentliche Gesundheitpflege teil. Die Lehrlinge hatten sich teils selbst, teils in einer Warschauer Drogistenschule zum Examen vorbereitet, zeigten aber oft genug nur ganz geringe Kenntnisse, so daß viele die Prüfung nicht bestanden. Besonders fiel der Mangel einer allgemeinen Vorbildung auf; die lateinische Sprache war nur einzelnen ganz geläufig. Im Einvernehmen mit dem Ministerium für öffentliche Gesundheitspflege wurde daher die Verordnung erlassen, daß neu in die Lehre tretende Drogisten den Nachweis des Durchganges durch vier Mittelschulklassen und eines bestandenen Examens im Lateinischen dem Kreisarzte zu erbringen hätten. Diese Anforderung entsprach den Vorschriften, die für die Vorbildung der Apothekerlehrlinge nach dem polnischen Gesetze von 1844 galten.

Die Kreisärzte hielten häufig Revisionen von Drogenhandlungen ab. In fast allen Geschäften verfertigten die Drogisten verbotswidrig Rezepte, zumeist solche, die von Feldscheren ebenfalls verbotener Weise verschrieben waren, und gaben massenhaft Gifte und starkwirkende Arzneimittel ab. Überhaupt bestanden im Drogenwesen derart erhebliche Mißstände, daß es, um Gefahren für Leib und Leben der Bevölkerung zu verhindern, geboten war, energisch einzuschreiten. Auch erwuchs durch die wilde Rezeptur den Apotheken eine schwere Konkurrenz, gegen die diese, als die wichtigsten Arzneimittelversorgungsstätten, geschützt werden mußten.

Die Gleichgültigkeit der Drogenhändler gegen alle bisherigen Bestimmungen ging aus der Äußerung eines derselben hervor: „Man hat von uns in russischer Zeit nicht verlangt, daß wir die Gesetze beachten!"

Es wurde daher zur Regelung des Verkehrs mit Arzneimitteln und Giften außerhalb der Apotheken eine Verordnung erlassen, die im wesentlichen die brauchbaren russischen Bestimmungen den Händlern ins Gedächtnis zurückrief, und eine Liste derjenigen Arzneiwaren und Gifte (zum technischen Gebrauch) veröffentlicht, deren Vertrieb dem Drogenhändler gestattet sein sollte.

Der Drogenhandel im Lande erstreckt sich noch auf eine Unmenge von Kräutern, die in Aufgußform von der einfachen Bevölkerung benutzt werden, aus der deutschen Heilkunde aber längst als unwirksam und veraltet ausgeschieden worden sind. Hierauf mußte bei der Aufstellung der „positiven" Liste gebührende Rücksicht genommen

werden. Auch sind die sogenannten „Spezialitäten" für den Verkauf in den Drogenhandlungen freigegeben worden, wenn sie weder starkwirkende Mittel noch Gifte enthielten.

Auf Grund dieser Liste wurden nunmehr die Drogenhandlungen im Lande von den Kreisärzten (in den Großstädten im Verein mit deutschen und einheimischen Apothekern) revidiert und Verstöße gegen die Verordnung unnachsichtlich bestraft. Die beschlagnahmten Arzneimittel fielen nach russischem Recht den örtlichen Krankenhäusern unentgeltlich zu. Der Staatsrat bildete im Sommer 1918 in einem Kurse pharmazeutische Revisoren für die Drogenhandlungen und Apotheken aus nnd stellte sie mit Genehmigung des Verwaltungschefs an. Das Verwaltungsgebiet wurde in sechs Bezirke eingeteilt. In diesem hatte nun je ein pharmazeutischer Inspektor im Einvernehmen mit dem Kreischef und dem polnischen Kreisarzte die Revision der Apotheken und Drogenhandlungen mindestens einmal im Jahre auszuführen. Auch die Farbwarenhandlungen, die Fabriken für Mineralwässer und Brausegetränke, die kosmetischen und Parfümeriefabriken, die pharmazeutisch-chemischen Anstalten und die Verbandmittelfabriken unterlagen der Beaufsichtigung dieser Inspektoren. Die Kreisärzte mußten an der Besichtigung der Apotheken, Drogenhandlungen, Farbwarenhandlungen, Mineralwasser- und kosmetischen Fabriken teilnehmen. Die Grundlage für die Besichtigung bildeten die von der Medizinalverwaltung neu erlassenen und die hierdurch nicht abgeänderten russischen Vorschriften. Gesuche, die bei den Behörden um Genehmigung solcher Handlungen eingingen, waren in erster Linie von den Inspektoren zu prüfen. Bei Apotheken und Drogenhandlungen hatte sich der Verwaltungschef die Entscheidung vorbehalten, in den anderen Fällen entschied der Kreischef auch nach Anhörung des Kreisarztes. Der Inspektor führte eine Registratur über das Personal aller derartiger Betriebe in seinem Bezirk unbeschadet der Registratur, die über Apotheker und Drogisten der Kreisarzt zu führen hatte. Die Meldung dieses Personals hatte bei dem Kreisarzte zu erfolgen, der hierüber dem pharmazeutischen Inspektor Nachricht gab.

Von dieser Einrichtung versprach sich das Ministerium eine Verschärfung der Aufsicht über die pharmazeutischen Betriebe. Dem pharmazeutischen Inspektor sollte dann später in dem zu bildenden Kreisgesundheitsamte ein pharmazeutischer Kreisbeamter entsprechen. Besondere Erfahrungen lagen über diese Einrichtung bei Beendigung der deutschen Verwaltung noch nicht vor.

Neue Konzessionen für Drogenhandlungen wurden nur sparsam gewährt, um den vielfach in bedrängter Lage befindlichen kleinen Landapotheken die Existenzmöglichkeit nicht noch mehr einzuengen. Bis zum Ende des Jahres 1917 sind nach genauer Prüfung des Bedürfnisses nur 30 Anträge berücksichtigt worden. Später wurde im Einverständnis mit dem Ministerium für öffentliche Gesundheitspflege keine Erlaubnis mehr erteilt, da genug Drogenhandlungen nunmehr vorhanden waren.

Am 1. Oktober 1918 waren im Verwaltungsgebiet in 476 Drogenhandlungen 427 Besitzer und 49 Verwalter, 107 Gehilfen und 439 Lehrlinge tätig. Die Frauen sind in diesen Zahlen miteinbegriffen.

10. Hebammen.

Bereits im Jahre 1795 wurde von dem Collegium medicum et sanitatis der Südpreußischen Regierung eindringlich empfohlen, gegen die Hebammennot vorzugehen, die vielen Frauen und Neugeborenen das Leben kostete. Es wurden damals zwei Hebammenschulen mit allerdings nur theoretischem Unterricht in Posen und Kalisch eröffnet[1]).

Zu unserer Zeit gab es nach russischem Recht in Polen verschiedene Arten von Hebammen.

Man unterscheidet zwischen der Akuszerka und der Babka. Von ersteren gibt es zwei Klassen. Die Akuszerka I. Klasse besitzt Gymnasialbildung und hat Universitätsstudien hinter sich. Diese Frauen sind in den Großstädten tätig. Akuszerka's II. Klasse sind Hebammen, die nach einjährigem Besuch einer Hebammenlehranstalt das Schlußexamen bestanden. Sie haben sich hauptsächlich in den kleineren Provinzstädten niedergelassen. Die Babka's genossen nur eine Fachausbildung von sechs Monaten und sind auf dem platten Lande tätig. Während die Akuszerka's im allgemeinen genügende Kenntnisse besitzen, stellen die Babka's mit ihrer ganz oberflächlichen Ausbildung ein untaugliches Material dar. Von den Kreisen oder den Städten angestellte Hebammen gibt es nicht. Die Ausbildung der Akuszerka erfolgte in den gutgeleiteten städtischen Hebammenlehranstalten in Warschau, von denen die neuere musterhaft, die ältere immerhin ausreichend genannt werden kann, die der Babka in privaten Hebammenschulen. Diese Institute waren meist derartig verschmutzt und übel, daß man von den Schülerinnen auch nichts Besseres verlangen konnte.

Die von der Medizinalverwaltung angestellte Erhebung über die Zahl der Hebammen ergab am 1. Oktober 1918 651 Akuszerka's und 1150 Babka's. Im Jahre 1916 kam 1 Hebamme auf etwa 3300 Einwohnern, während in Preußen das Verhältnis von 1 : 1990 besteht.

In den abgelegenen Dörfern sind ferner zahlreiche Hebammenpfuscherinnen tätig, die keinerlei Ausbildung genossen haben. Endlich helfen sich die Frauen auch gegenseitig bei den Geburten.

Die Hebammenpfuscherei war zu russischer Zeit nicht verboten. In den Städten blühte das Geschäft der Abtreibung der Leibesfrucht, dem sich Hebammen und andere Personen (darunter leider auch Ärzte) häufig gewerbsmäßig gegen geringe Entlohnung hingaben. Hiergegen konnte unsererseits häufig strafrechtlich eingeschritten werden; doch sah das Strafgesetzbuch von 1903 nur eine Höchststrafe von sechs Monaten Gefängnis vor, wenn eine Hebamme eine Frühgeburt einleitete.

Wie wir es schon bei den Feldscheren sahen, gab das gewöhnliche Volk auch bei der Geburtshilfe den nicht vollausgebildeten Medizinalpersonen den Vorzug. Die Schwangeren und Gebärenden hatten gegen die Untersuchung durch Weiber, die den Begriff der Reinlichkeit oder gar Desinfektion nicht kannten, gegen das schmutzstarrende Instrumentarium, gegen die mangelhafte Abwartung nichts einzuwenden.

[1]) Dr. Landsberger: Aus der Medizinalverwaltung Posens am Ende des vorigen Jahrhunderts. Zeitschrift der Historischen Gesellschaft für die Provinz Posen 1898



An Ärzten und gut vorgebildeten Hebammen hatte es ja auf dem Lande von jeher gefehlt, und das Verhalten der Pfuscherinnen wich auch in bequemer Weise von den eigenen Lebensgewohnheiten nicht ab. An diesen Zuständen konnte von den deutschen Kreisärzten im ganzen nur wenig geändert werden; doch waren sie in zahlreichen schwierigen Fällen als Geburtshelfer tätig, wie sie denn überhaupt vor dem Ansturm der Bevölkerung, die ihr Können hoch einschätzte, sich kaum retten konnten. Bei gewöhnlichen Geburten aber wurden, abgesehen von den größeren Städten und den wohlhabenden Leuten, die Babka's oder die Pfuscherinnen in erster Linie zu Rate gezogen. Den tüchtigen Hebammen, die wir aus den Großstädten aufs Land entsandten, wurde mit entschiedenem Mißtrauen begegnet.

Zu erwähnen ist, daß eine Hebamme, die ohne triftigen Grund es unterläßt, in den vom Gesetz vorgeschriebenen Fällen einen Arzt zur Kindbetterin zu rufen, mit Haft bis zu drei Monaten oder mit Geldstrafe bis zu 300 Rubeln bestraft wird. (R. Str. G. B. 1903). Da aber oft genug der nächste Arzt 30 und mehr Kilometer entfernt wohnt, kann man sich denken, wie oft seine Hilfe, selbst wenn sie erreichbar ist, zu spät kommen muß. Gar manche Frauen haben daher diesen traurigen Verhältnissen zum Opfer fallen müssen, wenn auch zugegeben werden muß, daß bei der großen Häufigkeit der Geburten die Zahl der Sterbefälle während oder gleich nach der Entbindung verhältnismäßig gering blieb, eine Beobachtung, die auch Kurpjuweit[1]) in den mit Hebammen noch weniger besetzten polnischen und wolhynischen Gebieten am Bug und Pripet machte.

Grundlegend die Hebammenverhältnisse im Lande zu bessern, erwies sich bei den Kriegszeiten und dem Mangel an Frauen, die für die Ausbildung in einer Hebammen-Lehranstalt genügend vorgebildet waren, unmöglich.

Die entsetzlich verschmutzten Privat-Hebammenlehranstalten mußten geschlossen werden, neue wurden nicht konzessioniert, da sie den Anforderungen nicht entsprechen konnten. Die beiden städtischen Hebammenlehranstalten in Warschau litten dauernd an Zuzug aus dem Lande. Ein Verbot der Hebammenpfuscherei konnte nicht erlassen werden, da man über gut ausgebildete Hebammen nicht verfügte, die man an Stelle der Pfuscherinnen über das Land hätte verteilen können.

Trotz der mangelhaften Hygiene der Geburt ist, wie wir sahen, der Geburtenüberschuß im Verwaltungsgebiet aber doch immer beträchtlich gewesen.

Es wird die Aufgabe der künftigen polnischen Verwaltung sein, die Hebammenfrage gesetzlich zu regeln, beamtete Hebammen in genügender Zahl einheitlich und gut auszubilden, ihnen ein ausreichendes Einkommen zu sichern, so für Mutter und Kind eine zuverlässige Hilfe und Fürsorge zu leisten und dann gleichzeitig gegen die Hebammenpfuscherei scharf vorzugehen. Das Ministerium für öffentliche Gesundheitspflege begann im Juli 1918 damit. Es erließ eine Instruktion an die polnischen Medizinalbeamten, wonach diese möglichst dafür zu sorgen hätten, daß für eine bis zwei Gemeinden eine Akuszerka angestellt werde. Die Hebamme müsse freie Wohnung

---

[1]) Kurpjuweit: Erkrankungen und Todesfälle unter der Bevölkerung in Wolhynien und Polen im Gebiet des Bug und Pripet. Veröffentlichungen aus dem Gebiet der Medizinalverwaltung. Berlin 1918, Heft 5.

und in den ersten Jahren einen Zuschuß von 3—600 Mark von der Gemeinde erhalten. Die Kreisämter gingen entsprechend der allgemeinen Anweisung des Verwaltungschefs darauf ein und zahlten bei Bedürftigkeit der Gemeinden den Zuschuß an die Hebamme, von denen das Ministerium eine größere Zahl aus den Großstädten entsenden konnte.

Den Ärzten, Zahnärzten, Feldscheren, Hebammen und den Besitzern von Apotheken und Drogenhandlungen wurde durch eine Verordnung aufgegeben, sich selbst und ihr Fachpersonal unter Vorlegung der Approbationen oder Zeugnisse bei den Kreisärzten (in Warschau auch dem städtischen Gesundheitsamt) anzumelden und die Veränderungen des Wohnortes anzuzeigen.

11. Leichenbeschauer.

Bei dem massenhaften Vorkommen von Infektionskrankheiten im Lande war es nötig, nicht nur durch die Anzeigepflicht, sondern auch mit Hilfe einer regelmäßigen Leichenschau durch Ärzte und Feldschere Infektionskrankheiten nach Möglichkeit zu ermitteln. So wurde zunächst in Lodz, das sich anfangs als die verseuchteste Stadt des ganzen Gebiets erwies, eine ärztliche Leichenschau eingerichtet. die dort übrigens bis zum Jahre 1910 schon bestanden hatte, aber gesetzwidrig durch den russischen Stadtpräsidenten aufgehoben worden war. Damals hatte dem Bezirksarzte die Feststellung der Ursache von Todesfällen obgelegen, die von den Ärzten und Feldscheren angezeigt wurden. Später folgten auf Anordnung der Medizinalverwaltung fast alle kleinen Städte nach. Die Leichenschau erbrachte sehr oft den Nachweis von Infektionskrankheiten, die auf dem vorgeschriebenen Wege nicht gemeldet waren.

In Warschau bestand ärztliche Leichenschau schon seit dem Jahre 1881. Die Bezirksärzte stellten die Todesursache nur dort fest, wo eine ärztliche Behandlung nicht vorgelegen hatte. Die Statistiken über die Sterblichkeit der Einwohner in vorliegender Arbeit sind auf Grund dieser Ermittlungen aufgestellt worden.

12. Desinfektoren und Desinfektionswesen.

Das Desinfektionswesen war zu russischer Zeit aufs äußerste vernachlässigt. Es fehlte an zuverlässigem und sachgemäß ausgebildetem Personal und an Desinfektionsapparaten. Letztere fanden sich nur in den beiden großen Städten vor, waren in Fabrikhospitälern hier und da vorhanden, wurden aber kaum benutzt. Das flache Land entbehrte dieser Einrichtung vollkommen. Als Beispiel mag angeführt werden, daß in Lodz im Jahre 1911 von 1308 Wohnungen, in denen Pockenkranke gestorben waren, nur 232 entseucht worden sind. Wohnungen, in denen die Kranken damals genasen, wurden überhaupt nicht der Desinfektion unterzogen.

Die deutschen Kreisärzte und 6 aus dem deutschen Heere entnommene, staatlich geprüfte Desinfektoren wurden beauftragt, durch Belehrung der Feldschere, durch die Annahme weiteren Personals und die Improvisation von Dampfapparaten ein Desinfektionswesen allmählich ins Leben zu rufen. Die Kreisärzte erhielten über die hierbei zu beachtenden Gesichtspunkte eine besondere Anweisung. Nach ihrer

Ausbildung wurden die einheimischen Kräfte, zumeist Feldschere, als amtliche Desinfektoren angestellt. Die Kreisverwaltungen teilten das Gebiet in Desinfektionsbezirke ein und regelten die Gebühren. Die Kosten der Desinfektion einschließlich der Desinfektionsmittel legten wir den Kreiskommunen als den breiteren Schultern auf in der Absicht, das Desinfektionswesen möglichst volkstümlich zu machen.

In Lodz wurde eine Desinfektorenschule errichtet, in der die ausgebildeten Desinfektoren in gewissen Zeitabständen an Wiederholungskursen teilnehmen mußten. Auf Anordnung der Zentralstelle der Verwaltung verfaßte ein preußischer Kreisarzt einen Leitfaden für Desinfektoren, der in die polnische Sprache übersetzt wurde. Dieser Leitfaden wurde bei der Ausübung der Desinfektionen fleißig benutzt. In ein Tagebuch, das dem Kreisarzte auf Verlangen vorzulegen war, waren die einzelnen Desinfektionsmaßnahmen einzutragen.

Leider mußten viele Desinfektoren wegen Bestechlichkeit bestraft und entlassen werden. Sie verstanden sich z. B. auch dadurch einen Nebenerwerb zu verschaffen, daß sie beim Auffinden von geheimen Brennereien, Mahlmühlen und nicht angemeldeten Textilwarenvorräten an den Besitzern mit Erfolg Erpressungen ausübten.

Zahlreiche Dampf-Desinfektionsapparate modernsten Typs wurden für die Kreise aus Deutschland bezogen. Am 1. Oktober 1918 waren 165 fahrbare, 127 ortsfeste Dampf-Desinfektionsapparate und 320 Formalinapparate vorhanden, mit denen die Desinfektoren sachgemäß umzugehen gelernt hatten.

Infolge der allmählich immer mehr eingeschränkten Möglichkeit, aus Deutschland die üblichen Desinfektionsmittel zu beziehen, war es notwendig, auf die im Lande vorhandenen oder hergestellten Desinfektionsmittel wie Kalk, Kresolnatron, Karbolsäure u. a. zurückzugreifen.

13. Sanierungstrupps.

Zur Ausführung einfacher Ortssanierungen, wie z. B. der Verbesserungen von Brunnen und Aborten wurden Sanierungstrupps aus Ingenieuren, Handwerkern pp. in den Kreisen gebildet. Zu Führern dieser Sanierungstrupps wurden 120 zuverlässige Personen aus dem gesamten Verwaltungsgebiet erwählt, die in einem theoretischen und praktischen Kurse in Warschau von einem Kreisarzte und zwei Militärärzten ausgebildet worden waren.

Da diese Sanierungstrupps außerdem zum Bau von Entlausungsanstalten und zur Durchführung der systematischen Entlausung der Bevölkerung bei der Bekämpfung des Fleckfiebers herangezogen werden mußten, wurden die Führer auch in der Reinigung und Entlausung von Personen und Wohnungen gründlich unterrichtet.

14. Orts- und Wohnungs-Hygiene.

Auf dem Gebiete der Orts- und Wohnungs-Hygiene hat die deutsche Verwaltung die trostlosesten Verhältnisse vorgefunden. Die tiefere Erklärung für die außerordentliche Rückständigkeit, die weiterhin noch in manchen anderen Kapiteln zu verfolgen sein wird, ist in der ungenügenden Entwicklung der kommunalen Verwaltung in der Russenzeit zu suchen. Während im eigentlichen Rußland bereits unter dem Zaren

Alexander II. den Städten die Selbstverwaltung zugestanden war, blieb Polen von diesen Vorteilen ausgeschlossen. Hier fehlten den Städten die Korporationsrechte, und das Besteuerungsrecht war derart eingeschränkt, daß gemeinnützige Anlagen aus Mangel an Mitteln nicht in Erwägung gezogen werden konnten und die Städte kulturell daher sehr zurückblieben. Eine gewisse Ausnahme davon machte nur die Stadt Warschau, der auf Grund eines Statutes in den zwanziger Jahren des 19. Jahrhunderts erweiterte kommunale Rechte gewährt waren. Erst der Erlaß der Hindenburgschen Städteordnung vom 19. Juni 1915 durch die deutsche Okkupationsregierung brachte den polnischen Städten neben der Grundlage einer kommunalen Selbstverwaltung die Verleihung eines modernen Steuerrechtes, das geeignet war, den zurückgebliebenen kleinen und mittleren Städten Polens größere Entwicklungsmöglichkeiten zu erschließen.

Vieles war indessen auch den Bewohnern des Landes selbst zur Last zu legen, so der Schmutz in den Ortschaften und Wohnungen, die Verwahrlosung der Häuser, Brunnen, Aborte, das massenhafte Ungeziefer und dergleichen mehr. Die polnische Intelligenz, die in den Städten manches Gute an Aufklärung leistete, kümmerte sich um das flache Land wenig. Für viele aus diesen Kreisen gab es nur Warschau und — Paris.

Um mit den Wegeverhältnissen im Lande zu beginnen, so ist es ja bekannt, daß die russischen Kreischefs in Polen kaum noch die Chausseen, die für Heereszwecke erforderlich waren, erbauen ließen oder in Ordnung hielten. Die Nebenwege aber waren derart schlecht imstande, daß ein Verkehr auf ihnen, namentlich zur nassen Jahreszeit, ganz außerordentlich behindert, ja vielfach ganz unmöglich war. Nachdem die deutsche Wegebauverwaltung bei der Zentralverwaltung aus Landesmitteln 6500 km Chausseen erbaut oder in ordnungsgemäße Unterhaltung genommen hatte, und auch einige Kreisverwaltungen auf eigene Kosten mit Neubau vorgingen, verfügte das Verwaltungsgebiet über ein ausgedehntes und ausgezeichnetes Hauptstraßennetz. Zu den kleineren Städten und besonders zu den Dörfern führen jedoch noch jetzt vielfach schwierige, wenn auch verbesserte Zufahrtswege, die nur bei günstigem Wetter benutzbar sind. Im Winter und Frühjahr ist es selbst für die leichten, auf diesen Verkehr eingerichteten landesüblichen Fuhrwerke ein Wagnis, durch den tiefen Schlamm und die Löcher der Wege ihr Ziel zu erreichen.

Die Pflasterung entsprach nur in Warschau den Anforderungen modernen Verkehrs.

Für Lodz wurde eine großstädtische Pflasterung von der russischen Regierung nicht genehmigt, da es nicht Gouvernementsstadt sei; nur die Hauptstraße erhielt ein Holzpflaster.

Aber auch in den Gouvernementsstädten ließ das Pflaster sehr zu wünschen übrig; höchstens daß einige der Hauptstraßen besser versorgt waren. In kleineren Städten war die Pflasterung, soweit sie überhaupt bestand, außerordentlich primitiv und vernachlässigt.

Die Straßen der Städte waren, als die deutsche Verwaltung einzog, so schmutzig wie die Landwege, der Verkehr auf ihnen aber wegen der Menge des dort gewohnheitsmäßig abgelagerten menschlichen und tierischen Kotes und allerlei Kehrichts gesundheitsgefährlich. Eine Ausnahme hiervon bildete nur Warschau.

Beleuchtung gab es auf den Straßen, abgesehen von den Großstädten Warschau und Lodz, nur wenig. Unter deutscher Verwaltung haben aber zahlreiche mittlere und kleinere Städte elektrische Beleuchtung erhalten.

Die Städte und Städtchen weisen eine bis zu 90 % und mehr betragende jüdische Bevölkerung auf. Von der Bevölkerung des flachen Landes sind nur etwa 3 % Juden. Die ärmeren Juden haben ihre Wohnsitze für gewöhnlich in bestimmten Vierteln aufgeschlagen. Schon äußerlich unterscheiden sich die Judenviertel durch Regellosigkeit der Anlage, durch enge Gassen, winklig verbaute Höfe und oft baufällige oder sonst verwahrloste Häuser, vor allem aber durch die Unsauberkeit von den übrigen Stadtteilen. Vollends sind die mit massenhaftem Gerümpel aus Urväterzeiten vollgestopften Wohnungen, denen Licht und Luft mangelt, unvergleichlich viel schmutziger als die der Polen, wenn damit auch nicht gesagt sein soll, daß die polnischen Behausungen stets sauber sind. Namentlich rechts der Weichsel hält auch der polnische Bauer nicht viel von Reinlichkeit. Die Fenster der Holzhäuser sind dort oft mit Lehm verstrichen oder vernagelt, der Fußboden ist häufig ungedielt; in den Wohnräumen tummeln sich Hühner, Ferkel, Katzen und Hunde, Sauerkraut und Kartoffeln werden unter den Bettgestellen aufbewahrt.

Am schlimmsten ist es um die massenhaften Kellerwohnungen in den Städten bestellt. Diese überfüllten unterirdischen Höhlen sind als menschliche Behausung nicht mehr zu bezeichnen. Der Fuß, der sie betritt, gleitet auf dem schmierigen Estrich aus, Gemüse- und Fleischreste, stinkende Lumpen, faulende Möbel und eine beträchtliche Anzahl bleicher, verschmutzter, in Lumpen gehüllter Personen verbreiten widerwärtige Dünste, so daß dem Besucher der Atem stockt. Hier findet jedes Ungeziefer die beste Lebensbedingung, die Erreger der Tuberkulose, des Typhus und der Ruhr natürlichen Nährboden. Hier wohnt die ärmste Schicht der jüdischen Bevölkerung, die in solchen licht- und luftlosen Räumen oft noch Hausindustrie treibt. In diesem Schmutz entstehen und vergehen die Generationen, hier sprießen aber auch in dem Organismus der Überlebenden die Schutzstoffe auf, die die Festigkeit des armseligen Volkes gegen manche Infektionskrankheit bedingen. In Sosnowice wurden über 100 Kellerwohnungen geschlossen, nachdem die Bewohner in fiskalischen Gebäuden untergebracht waren. In Warschau äußerte die Stadtverwaltung die Absicht, in drei Jahren die Kellerwohnungen ganz eingehen zu lassen.

Um den Schmutz in den Ortschaften zu vertilgen, wurden in den Kreisen Polizeiverordnungen erlassen, die eine regelmäßige Säuberung und Reinhaltung der Straßen und Wege vorschrieben, nachdem vor Beginn der Zivilverwaltung bereits von den Ortskommandanten wertvolle Vorarbeit geleistet war. Die Kreisverwaltungen haben sich, soweit es möglich war, auch die Besserung des Straßenpflasters und der Rinnsteine angelegen sein lassen.

Durch Polizeiverordnung wurde ferner in allen Städten eine regelmäßige Reinigung der Wohnungen den Inhabern aufgegeben. Treppen, Flure und die Wohnungen mußten danach zweimal in der Woche gründlich gesäubert werden. Die Gesundheitsaufseher oder Kommissionen revidierten alsdann, ob den Anordnungen der Behörde Folge geleistet war, und veranlaßten im andern Falle strenge Strafen.

Trotz aller Warnungen und Bestrafungen wurden aber zunächst, zumal in den Judenvierteln, die Wohnungen immer wieder von neuem arg verschmutzt vorgefunden. Nur allmählich kann es gelingen, denjenigen Begriff von Sauberkeit in der Behausung der einheimischen Bevölkerung einzupflanzen, den wir Deutsche gewohnt sind.

Immerhin sind bereits gewisse Forschritte erzielt worden. Die in 110 Städten neubegründeten Gesundheitskommissionen leisteten unter Führung der Kreisärzte vielfach Ersprießliches; bisweilen waren die Erfahrungen schlechter, da manche Mitglieder den Sinn ihrer Aufgaben nicht begriffen. Die Ortschaften haben jedenfalls allgemein ein weit freundlicheres Aussehen gewonnen, als sie zu Beginn der Okkupation hatten, und man legte im Lande unverkennbar allmählich mehr Gewicht auf Sauberkeit der Wohnräume.

Auch der Aufbau der durch den Krieg zerstörten Dörfer, sowie der Stadt Kalisch wurde in Angriff genommen. An Stelle der früheren ärmlichen, verschmutzten und verfallenen Lehm- und Holzhütten auf dem Lande entstanden schon während der Kriegszeit zahlreiche neue und zweckmäßige Häuser, die nach alter Gewohnheit zumeist wieder aus Holz hergestellt wurden. In den wohlhabenden Kreisen, wie z. B. im Kreise Lenczyca aber errichteten die Bauern, die durch den günstigen Verkauf der Ernten und des Viehs über erhebliche Geldmittel verfügten, häufig bereits massive Häuser. Nur der Mangel an Ziegeln verhinderte hier wie anderwärts den Bau von feuersicheren und gut zu reinigenden Wohnstätten in größerem Umfange.

In einigen Kreisen, wie im Kr. Sokolow, erbaute die Verwaltung in landesüblichem Stile Musterhäuser aus Zementsteinen, die dann billig an Interessenten abgegeben wurden. Das ursprüngliche Mißtrauen gegen diese Häuser wich bald, nachdem man erkannt hatte, daß sie trocken und warm und von Ungeziefer leicht frei zu halten waren. Eine Verordnung des Verwaltungschefs hielt die Gemeindebehörden zur Aufstellung von Bebauungsplänen an, in denen auch gesundheitlichen Forderungen wie der Wasserversorgung, Entwässerung usw. Rechnung zu tragen war.

Bei der Hygienischen Gesellschaft in Warschau wurde eine besondere Abteilung gebildet, die für die Stadtverordnetenversammlung, die Ausschüsse und den Magistrat alle ortshygienischen Maßnahmen in Form von Denkschriften und Referaten bearbeitete.

Das Ministerium für öffentliche Gesundheitspflege gab im Jahre 1918 eine Verordnung über die Einrichtung von Wohnungsinspektionen als Anregung an die Magistrate der Städte. Danach empfahl es, in den Städten über 30000 Einwohner Wohnungsämter, die von einem besonderen Wohnungsinspektor geleitet sein müßten, zu schaffen, in Orten von 5000—30000 Einwohner einen Referenten für das Wohnungswesen im Bürgermeisteramt anzustellen und bei noch kleineren Städten Wohnungskommissionen ins Leben zu rufen. Dies Bestreben, normale Wohnungsverhältnisse zu schaffen, wurde von der deutschen Medizinalverwaltung tatkräftig unterstützt.

15. Wasserversorgung.

Bei Beginn der deutschen Verwaltung befanden sich im Generalgouvernement nur zwei Zentralwasserleitungen (Weichselwasser-Filtration) und zwar in Warschau und Plock. Die Besichtigung durch den Medizinalreferenten ergab ihre Brauchbarkeit.

Das Reinwasser der einzelnen Filter des Wasserwerks in Warschau wird dort täglich bakteriologisch kontrolliert. Im Kontrollbuch konnte von dem Berichterstatter aber im Oktober 1915 nachgewiesen werden, daß zu russischer Zeit das Wasser aufgefrischter Filter bereits, ehe sich diese eingearbeitet hatten, dem Reinwasser zugesetzt wurde, so daß nicht selten eine hohe Keimzahl in die Leitung ging. Daher wurde streng untersagt, vor völliger Einarbeitung der Filter (Keimzahl unter 100 im Kubikzentimeter) deren Wasser in die Leitung zu schicken. Die häufigen späteren Kontrollen ergaben, daß man sich peinlich an diese Vorschrift hielt. Ferner wurden täglich auch Proben aus einer größeren Zahl von Wasserleitungshähnen in der Stadt entnommen und bakteriologisch untersucht. Die Zahl der Keime betrug oft nur 8—10 im Kubikzentimeter. Die Ausdehnung des Wasserleitungsnetzes auf die im Jahre 1917 in den Stadtkreis einbezogenen Landgemeinden war mit Rücksicht auf eine Überlastung des Wasserwerks nicht möglich. Es wurden demgemäß in den früheren Vororten alle Brunnen (etwa 1000) geprüft, die gesundheitsgefährlichen geschlossen, zahlreiche neue erbohrt und auch an den Stadtgrenzen öffentliche Zapfstellen zur Entnahme von Leitungswasser eingerichtet.

In Plock wurde eine ständige bakteriologische Kontrolle durch die Medizinalverwaltung eingeführt und zu diesem Zwecke ein Medizinaluntersuchungsamt geschaffen, das der Kreisarzt leitete.

Die Narewwasserleitungen in Pultusk, wo im Herbst 1915 unter den russischen Truppen viele Cholerafälle sich ereignet hatten, und in Lomza wurden, weil fehlerhaft angelegt und gesundheitsgefährlich, geschlossen.

Aus der Tonczyna, dem Grenzbach zwischen Preußen und Polen südlich von Thorn, hatte die russische Eisenbahnverwaltung eine Betriebswasserleitung nach dem Bahnhof Alexandrowo gelegt, doch daneben gestattet, daß das nur durch ein Grobfilter von großen Steinen gepumpte Wasser auch als Trinkwasser in die Häuser der Eisenbahnbeamten geleitet wurde. Diese Zuleitung wurde beseitigt.

In Lenczyca wurde im Jahre 1916 auf Veranlassung der Medizinalverwaltung, die auch die Pläne prüfte, durch einen deutschen Ingenieur ein Wasserwerk mit Wasserturm und Enteisenung mit einem Kostenaufwande von 120000 Mark erbaut. Leider brannte der aus Holz aufgeführte Bau im September 1917 ab. Der massive Neubau ohne Turm wurde schon im Januar 1918 in Betrieb genommen. Aus zwei 30—40 Meter tiefen Brunnen wird das Wasser durch eine Lokomobile gehoben, durch die Enteisenungsanlage geführt und in die Rohrleitung gedrückt. Neben 20 öffentlichen Entnahmestellen auf den Straßen sind zahlreiche Hausanschlüsse zustande gekommen. Die jährlichen Unterhaltungskosten von 16000 Mark werden von der Stadt aufgebracht.

Die von der deutschen Verwaltung veranlaßten Vorarbeiten für Wasserleitung und Kanalisation in Sosnowice standen bei Beendigung der Verwaltung vor dem Abschluß. Die Wasserleitung sollte auf die größeren Orte des Industriebezirks im Kreise ausgedehnt werden. Das Wasser entstammte einem oberschlesischen Wasserwerke im Kreise Lublinitz.

Im übrigen versorgte sich das ganze Land (darunter auch die etwa eine halbe Million Einwohner zählende Fabrikstadt Lodz) durch Brunnen. Für Lodz wurde von der Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene in Berlin ein Wasserleitungsprojekt in großen Umrissen ausgearbeitet, an dessen Ausführung aber wegen der hohen Kosten, die die finanzielle Leistungsfähigkeit der Stadt weit überstiegen, während des Krieges nicht gedacht werden konnte.

Die Brunnenanlagen sind in den größeren Städten mit Pumpen versehen. Nicht selten fördern sie z. B. in Lodz, erst aus großen Tiefen (bis zu mehreren 100 m) ein an sich gutes Wasser, das in ein Reservoir gepumpt und von dort einer Hauswasserleitung zugeführt wird. Diese Brunnen, selbst die gebohrten, waren aber vielfach verschmutzt, da Schmutzwässer des Hofes in die Brunnenschächte hineinflossen.

Oft reichten die Brunnen, selbst in Gouvernementsstädten wie Lomza, nicht aus, so daß für ganze Stadtviertel das Wasser in Tonnen oder Kübeln, die oft Würmer, faulige Wasserreste oder sonstigen Schmutz enthielten, angefahren wurde. Der Preis für einen Eimer Wasser betrug bis zu 20 Pfennig. Die Vorrichtung, die in Lomza zur Entnahme von Wasser aus zwei großen Holzbottichen einer ehemaligen Brauerei benutzt wurde, war so eigenartig, daß sie eine nähere Beschreibung verdient. Aus den Bottichen, in die das Wasser aus einem einwandsfreien Brunnen gehoben wurde, führten Eisenröhren durch die Mauer auf die Straße. Hier waren Schläuche an die Abflußröhren angeschlossen; sie reichten bis auf den Erdboden herunter und waren mit Holzstöpseln verschlossen, wenn sie nicht benutzt wurden. Mit ihren schmutzigen Händen entfernten die Wasserverkäufer alsdann die Pflöcke und führten das Mundstück des Schlauches in die daruntergefahrene Tonne ein. Da man diese Wasserentnahmestelle nicht entbehren konnte, wurde der Betrieb gesundheitlich umgestaltet. Der Austritt des Wassers aus der Mauer wurde höher gelegt, das Ausflußrohr verlängert und wagerecht gestellt und mit einem kurzen Schlauch versehen, der nur bis zum oberen Rande der Wassertonne reichte. An dem Schlauch wurde ein eiserner Handgriff angebracht, mit dem nun der Kutscher das Ende des Schlauches in die Tonnenöffnung einführen mußte, so daß seine Hand mit dem ausströmenden Wasser nicht mehr in Berührung kommen konnte. Statt der Holzpfröpfe wurden in die Ausflußrohre Krähne eingebaut, die auch mittels Hebel zu öffnen und schließen waren. Die Wassertonnen wurden wöchentlich auf Sauberkeit kontrolliert, die hölzernen Wassereimer durch emaillierte ersetzt.

Durchweg gesundheitsgefährlich, wenn nicht gar gesundheitsschädlich, war das Wasser der offenen Brunnen, die sich in den kleinen Städten und auf dem Lande befanden. Sie besitzen im allgemeinen nur wenige Meter tiefe Schächte, deren Wände zumeist eine löcherige Holzbekleidung führen und die nur das oberflächliche Grundwasser abfangen. Häufig sind die Holzwände bereits verfault, so daß Pilze, Schwämme und Moose auf ihnen üppig wuchern. Bisweilen ist der Brunnenschacht oben bedeckt, häufiger nicht. In einigen Kreisen fanden sich in den Dörfern indessen auch schon Zementröhrenbrunnen vor, aus denen ein Schwengel oder ein Drehwerk mit festem Eimer das Wasser hob, an denen aber eine Abdichtung der Ringe gegeneinander meistens fehlte.

Ferner schöpften viele Bewohner, deren Häuser in der Nähe der Flüsse oder Bäche lagen, das Wasser einfach unmittelbar aus den Wasserläufen und benutzten es zu jeglichen Zwecken.

Die chemische Zusammensetzung der Brunnenwässer zeigte nach den im Hygienischen Institut in Lodz ausgeführten zahlreichen Untersuchungen zumeist einen starken Härtegrad (Gesamthärte bis zu 91 deutschen Härtegraden) und sehr hohen Eisengehalt und zwar oft in Form des nur umständlich und kostspielig zu entfernenden huminsauren Eisens. Mehrfach enthielt das Brunnenwasser auch große Mengen von organischen Substanzen, von Ammoniak, salpetriger und Salpeter-Säure und Chlor. Von 163 zur Untersuchung gelangten Brunnenwässern hatten beispielsweise 61 = 37 % einen hohen Gehalt von Salpetersäure, salpetriger Säure und Ammoniak und mußten daher beanstandet werden. Letztere Befunde konnten bei dem geringen Abstande der Brunnen von den undichten Abort- und Düngergruben und bei der Landesunsitte, am Brunnen Wäsche und sonst allerlei zu waschen, kein Wunder nehmen. In Lenczyca war in allen Stadtbrunnen, die bis zu etwa 10 m Tiefe reichten, das Wasser derart hochgradig verunreinigt und dicke Schlammassen lagerten auf der Brunnensohle. In der Nähe des Solbades Ciechocinek tritt in den Brunnen mehrfach auch ein Gehalt von Kochsalz auf.

Den schweren Mißständen auf dem Gebiete der Wasserversorgung ist nun die deutsche Verwaltung, soweit es durchführbar war, energisch entgegengetreten. Es fand durch die Kreisärzte bezw. Militärärzte oder angelerntes Sanitätspersonal eine Besichtigung aller Brunnen im besetzten Gebiete statt. Eine Tafel an dem Brunnen zeigte danach an, ob sie Trinkwasser enthielten oder nicht. Von der Medizinalverwaltung wurden allgemeine Richtlinien für den gesundheitsgemäßen Bau und die ordnungsmäßige Unterhaltung der Brunnen erlassen. Diese Richtlinien sahen vor, daß die Brunnen einen die Umgebung überragenden undurchlässigen Schacht, z. B. aus Ziegel- oder Steinmauerwerk besitzen und gut abgedeckt sein mußten. Die unmittelbare Umgebung des Brunnens wäre möglichst mit zementierter Pflasterung und mit Gefälle zu versehen. Das Wasser sei, wenn nicht durch eine Pumpe, so doch durch ein Schwengel- oder Drehwerk mit festem Eimer zu fördern. Vor allem aber müßten die Schmutzstätten möglichst auf 10 m vom Brunnen ab verlegt werden. Wo, wie nicht selten im Lande, eine Zementwarenindustrie die Beschaffung von Zementröhren ermögliche, seien diese zu benutzen, indem man sie unter Zementkittung der Falze aufeinandersetze.

Die Kreise haben daraufhin Polizeiverordnungen zur Sanierung der Brunnenverhältnisse erlassen.

In Lodz wurden sämtliche 8511, vielfach verschmutzte oder sonst verwahrloste Brunnen auf Kosten der Hauseigentümer durch einheimische Sachverständige unter Leitung eines von der Preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene erbetenen und dem Polizeipräsidium zugeteilten Technikers untersucht. Bis zum 1. Januar 1918 waren bereits 271 schlechte Brunnen geschlossen oder zugeschüttet und an 3831 die nötigen Verbesserungen durchgeführt. Im Jahre 1918 wurden die Arbeiten noch mehr gefördert, nachdem der Techniker ein ausreichendes Personal erhalten hatte. Der Kreisarzt und die städtische Gesundheitsdeputation wachten über die weitere ordnungsmäßige Instandhaltung.

Die Brunnen im Lande, die als gesundheitsschädlich gelten mußten und nicht verbesserungsfähig waren, wurden beseitigt, soweit man ihrer nicht zu Feuerlöschzwecken dringend bedurfte.

An den Schöpfstellen der Flüsse in den Städten wurden Tafeln angebracht, die das Schöpfen von Flußwasser wegen Gesundheitsgefahren verboten. Wo es anging, sperrte man aber vorsichtshalber die Wasserentnahme auch noch durch Stacheldrahtzäune ab.

Ferner wurden viele, die tiefe Grundwasserzone erschließende Bohrbrunnen mit Pumpvorrichtung hergestellt und bei geeigneter Bodenbeschaffenheit mehrfach auch Abessynierbrunnen geschlagen. Wie viele Brunnen im Lande neu erbaut oder wenigstens grundlegend verbessert wurden, kann leider nicht angegeben werden. Die von den Kreisärzten erforderten Berichte waren bei Beendigung der Verwaltung noch nicht vollständig eingegangen. Es handelt sich aber sicherlich um eine außerordentlich beträchtliche Zahl. Natürlich gibt es noch genug schlechte Brunnen in Polen. Eine überall einwandfreie Wasserversorgung wird erst in der Zukunft mit wachsender Kultur und zunehmendem Wohlstande des Landes sich ermöglichen lassen.

16. Beseitigung der Abwässer.

Die ungeheuerliche Verschmutzung der meisten Ortschaften wurde durch die althergebrachte allgemeine Nachlässigkeit in der Beseitigung der Abwässer herbeigeführt. Schon die Berichte der Südpreußischen Regierung von 1794 an schildern die fürchterlichen Zustände in den düstersten Farben. Eine grundlegende Änderung hatte inzwischen, abgesehen von den Großstädten, kaum Platz gegriffen.

Eine Stadtkanalisation befindet sich nur in Warschau, wo nach Durchlaufen von Absitzbecken die Abwässer unterhalb der Stadt in die Weichsel gelassen werden. Alle Stadtviertel sind aber noch nicht angeschlossen. Ferner wird hier eine städtische Müllverbrennungsanstalt betrieben. Da sie aber zu klein ist, wird nur der sechste Teil des anfallenden Mülls unschädlich gemacht, die übrigen Mengen dienen zur Aufschüttung der Weichselufer und der Geländeunebenheiten vor der Stadt. Immerhin werden täglich 38 400 kg Müll verbrannt. Die Wasserleitung und die Kanalisation Warschaus verursachten seit ihrem Bestehen etwa 57 Millionen Mark Ausgaben.

In Lodz ermittelten wir rund 500 sogenannte biologische Hauskläranlagen, die das infolge zu spärlichen Filtermaterials nur mangelhaft geklärte Abwasser in die Rinnsteine entließen. Bei dem endemischen Vorkommen von Typhus in Lodz trugen die Abwässer Typhuskeime durch die Straßen weiter und veranlaßten bei Kindern, die in den Rinnsteinen spielten, oder Leuten, die das Klärwasser aus den offenen Sammelgräben in der Vorstadt als Wirtschaftswasser schöpften, massenhafte Infektionen. Bis zum 1. Januar 1918 sind 328 Anlagen durch die im vorigen Kapitel genannte städtische Brunnenkommission untersucht und 139 teils verbessert, teils neugebaut worden. Die Gefahr der Weiterverbreitung gefährlicher Keime wurde durch Zusatz von Chlorkalk beseitigt. Da aber allmählich Chlorkalk nur schwer und zu hohen Preisen zu erhalten war, auch der Schlammanfall bei dieser Desinfektionsmethode lästig wurde, ist eine Anlage zur Herstellung von Hypochloritlauge eingerichtet worden. Die Lauge

wird mittels Elektrolyse aus dem in der Saline Ciechocinek gewonnenen Kochsalz hergestellt und ist billiger und zweckmäßiger als Chlorkalk. Eine Verordnung über den Bau von neuen und über den gesundheitsgemäßen Betrieb der bestehenden Anlagen wurde erlassen. Die Durchführung wurde durch den deutschen Wassertechniker überwacht.

In den anderen größeren Städten wie in Kalisch u. a. und auch bei zahlreichen Krankenhäusern ließ man den Inhalt der Aborte einige Absitzgruben passieren, aus denen die flüssigen Bestandteile in einen benachbarten Graben oder Fluß überliefen und die festen Massen abgefahren wurden.

In den kleineren Städten gelangten die menschlichen Abfallstoffe zumeist ohne Wasserspülung aus den Aborten in gemauerte Gruben. Doch waren die Gruben größtenteils undicht, verschmutzten das Erdreich und damit auch oft die nahen Brunnen, liefen über und verschmutzten den Hof, von dem Menschen und Tiere den Schmutz in die Wohnungen schleppten. Die Abfuhr erfolgte in leckenden oder überlaufenden Holztonnen zu jeder Tageszeit, ohne daß daran jemand Anstoß nahm.

Hausklosetts waren im allgemeinen eine Seltenheit. Meist befindet sich nur ein primitives Holzgebäude auf dem Hof, das nur wenige Sitze aufweist. Selbst in Warschau und Lodz war für Häuser, in denen mit ihren Nebengebäuden 2—3000 Menschen wohnten, manchmal nur ein einziger Abort vorhanden. Entsetzlich verschmutzt waren überall die Sitzgelegenheiten, die landesüblich in Hockstellung benutzt werden; niemand dachte daran, sie zu reinigen und reinzuhalten.

Auf den Dörfern, aber auch hier und da in den kleinen Landstädten fehlten Aborte oft ganz. Jeder verrichtete seine Notdurft irgendwo, zumeist natürlich in der unmittelbaren Umgebung der Wohn- oder Stallgebäude. Im Hause benutzte man hierzu nicht selten die Waschschüsseln und in einem Quarantänehause ließen jüdische Leute aus der Nähe von Pinsk, die sonst so peinlich auf das Koschersein der Speisen hielten, in die so benutzten Geschirre sich sogar ihre Mahlzeit einfüllen, für die sie natürlich besondere Schüsseln erhalten hatten. Die Beseitigung der Küchenabfälle, die man auf den Hof zu werfen pflegte, besorgten die Hunde, Katzen und Krähen, von denen letztere in ungezählten Millionen im Lande vorkommen.

Daß die Sorglosigkeit in der Verrichtung körperlicher Bedürfnisse der Verbreitung infektiöser Darmkrankheiten, wie von Cholera, Typhus und Ruhr, jeden Vorschub leistete, bedarf keiner Erwähnung.

Auch hier hat die deutsche Verwaltung nach Möglichkeit Wandel geschaffen. In vielen Orten sind Abortgebäude in großer Zahl erbaut worden, wenn sie zunächst manchmal auch nur zur Parade dastanden, und die Bevölkerung, um wie früher die Kosten der Fäkalienabfuhr zu sparen, die Exkremente weiter im Freien ablegte. Belehrungen erwiesen sich dabei zunächst als ziemlich fruchtlos. Die neuen Häuschen, deren Fußboden manchmal sogar mit einem Teppich geschmückt worden war, blieben unbenutzt. Selbst Gutsbesitzer sagten: „Man wird uns den alten Brauch nicht so schnell abgewöhnen; unsere Schule erst wird die Kinder auch hierin das Richtige lehren“. Trotzdem wurde immer wieder von den Behörden gegen die Schmutzerei vorgegangen. Regelmäßige Reinigung der Aborte, Verbesserung der Gruben, Desinfektion mit Kalkmilch, Abfuhr der Fäkalien, des Düngers und vielfach auch bereits des Mülls wurde angeordnet. In

mehreren Städten wurden Abfuhrwagen mit pneumatischer Aufsaugevorrichtung aus Deutschland beschafft.

In Lodz wurde der das Judenviertel durchziehende Bach Lódka, der allerlei Unrat und Schmutzwässer aufnahm, vielfach stagnierte und die übelsten Gerüche verbreitete, kanalisiert und zum Teil überbaut. Auch sonst, wie z. B. in Kutno, sind Kanalisationen von Wasserläufen oder Regulierungen der Vorfluter ausgeführt worden.

Strenge Strafen wurden in den Städten den Hausbesitzern auferlegt, die die Höfe, Aborte, Rinnsteine nicht gehörig in Ordnung hielten. In Lodz, Lenczyca und anderen Städten wurden besondere Hofinspektoren angestellt, auch die deutschen Gendarmen, die Miliz, die Gesundheitskommission taten das Ihre, um die Bevölkerung möglichst zur Reinlichkeit zu erziehen.

Eine Unzahl stinkender Tümpel, die in den Ortschaften die Nachbarschaft verpesteten, wurde zugeschüttet. In Wielun leitete man das reichliche Überlaufwasser aus einem artesischen Brunnen durch die beiden städtischen Teiche, die man vorher vom jahrzehntealten Schlamm gereinigt hatte.

Eine grundlegende Besserung der Verhältnisse, namentlich die ordnungsgemäße Instandhaltung der Anlagen zur Beseitigung der schmutzigen Abfälle und ein überall geregeltes Abfuhrwesen wird aber erst dann zu erreichen sein, wenn die Landesbewohner einsehen lernen, daß zur Kultur auch die gründliche und ästhetische Entfernung dieser Stoffe aus der Nähe menschlicher Behausungen gehört.

17. Nahrungsmittel-Hygiene.

In Friedenszeiten verfügte Polen, das in früheren Jahrhunderten bedeutende Überschüsse seiner Landwirtschaft den Nachbarländern lieferte, nur durch Einfuhr aus dem eigentlichen Rußland über so reichliche pflanzliche und tierische Nahrungsmittel, daß ihr Preis in ganz außerordentlich niedrigen Grenzen sich hielt. Damals mögen bezüglich einer größeren Reihe von Nahrungsmitteln Verfälschungen seltener gewesen sein[1]. Dies änderte sich, wie wir feststellen konnten, aber doch wesentlich während des Krieges. Eine allgemein geregelte Aufsicht über die Nahrungsmittel gab es zur Zeit der russischen Herrschaft nicht. Nur in den Städten waren die Stadtärzte angewiesen, eine Kontrolle der auf den Markt gebrachten Nahrungsmittel auszuüben. In einigen Großstädten fanden gegebenenfalls vereinzelt auch chemische Untersuchungen statt.

Anschaulich schilderte im Jahre 1916 ein Bericht des Vorstehers der Abteilung für Milchuntersuchungen im Hygienischen Institut in Lodz, Dr. Thiele, seine Beobachtungen in der Stallhygiene und in dem Handel mit Milch und teilte das Verfahren der früheren behördlichen Aufsichtspersonen mit: „Die Stallhygiene liegt bei den kleinen polnischen Besitzern und in den vielfach von Juden betriebenen sogenannten Molkereien sehr im argen. Die Ställe sind meist schmutzige, schlecht ventilierte, dunkle Schuppen; die Tiere stehen in schlechter Streu und starren vor Unrat. Reinigung des Euters vor dem Melken ist unbekannt. Werden die Leute

[1]) Doch mußte die südpreußische Regierung schon von 1794 an gegen Verfälschungen von Wein, Branntwein, Bier, Essig und anderen Genußmitteln einschreiten.



hierauf aufmerksam gemacht, so ergreifen sie irgend ein schmutziges Tuch oder einen Sackfetzen, mit dem sie das Euter reinigen wollen. Bei einer Stallprobe spie sich der jüdische Händler, der das Melken selbst ausführte, in die Hand und wollte nun die Arbeit beginnen. Auf Vorhaltung, daß dies unstatthaft sei, erklärte er, man mache es überall so. Auch melken oft die Leute sich die ersten Milchtropfen in die Hand und reiben die Handflächen damit ein oder tauchen auch während des Melkaktes die Handfläche in die gemelkte Milch, um die Hände für die saugenden Melkstriche geschmeidiger zu machen. Die entleerten Melkgefäße werden mit irgendwelchem Wasser ausgespült, das Spülwasser aber setzt man gewohnheitsmäßig der Milch zu.

Die Milchkannen sind meist verrostet und unsauber. Nach Verkauf der Milch werden in ihnen Kartoffelschalen und andere Wirtschaftsabfälle zum Futter für das Vieh nach Hause mitgenommen. Die Deckel der Kannen aber dichtet man zu besserem Schluß mit Zeitungspapier oder unsauberen Lappen ab. Wo die Deckel verloren gegangen sind, tritt oft ein abgeschnittener Rübenkopf an ihre Stelle.

Auf den großen sachverständig geleiteten Gütern kümmert man sich allerdings mehr um Milchhygiene. Die Großgrundbesitzer hatten vor dem Kriege bereits eine private Milchkontrolle eingeführt. Von der Herdbuchgenossenschaft in Warschau wurde für je einen Bezirk ein Milchkontrolleur entsandt, der von einem Ort zum andern reiste und die Milch in vierzehntägigen Zeiträumen prüfte. Bei jeder Kuh wurde die Menge, das spezifische Gewicht und der Fettgehalt der Milch ermittelt. Standen diese nicht in einem bestimmten Verhältnis, so erhielt das Tier eine besondere Fütterung, um den Fehler auszugleichen, oder es wurde als Schlachtvieh ausrangiert. Der Kontrolleur wurde durch einen höheren Beamten revidiert. Daher kam es, daß auch während der Kontrolle durch das Hygienische Institut die Proben von den größeren Gütern fast durchaus einwandfrei waren.

Die behördliche Kontrolle zur Zeit der russischen Herrschaft vollzog sich in Lodz wie folgt: Der mit der Aufsicht betraute Beamte lud, meist im Mai, an einem bestimmten Abend eine größere Zahl von Chemikern zu sich ein. Bei diesem Zusammensein, bei dem man das leibliche Wohl nicht vergaß, besprach man die Kontrolle, und die nötigen Instruktionen wurden erteilt. Gleichzeitig erging ein polizeilicher Befehl an die Hauswächter, die Milchhändler am nächsten Morgen beim Betreten der Häuser festzuhalten. Um diese Zeit erschienen die Kontrolleure und versenkten ihr Aräometer in die Milchgefäße. Zeigte die Milch die vorgeschriebenen 30 Aräometergrade, so ließ man die Milchhändler gehen. Im andern Falle wurde die Milch in die Rinnsteine gegossen, in denen sie träge durch die Straßen dahinfloß. Das Vorgehen war einfach und bequem. An diesem Tage aber blieb Lodz fast ohne Milch."

Vom Beginn der deutschen Verwaltung an wurde eine Aufsicht über den Verkehr mit Nahrungsmitteln eingerichtet. Die Gemeindevorsteher, die Polizeiorgane, sachverständige Mitglieder der Miliz und die Stadtärzte wurden angewiesen, die auf den Märkten und in den Handlungen feilgehaltenen Lebensmittel häufiger zu besichtigen, augenscheinlich schlechte zu beschlagnahmen und in Zweifelsfällen Proben dem Kreischef einzureichen. Anscheinend verfälschte Nahrungsmittelproben wurden im Jahre 1915 den Nahrungsmittelämtern in Posen, Breslau, Beuthen und Bromberg zugesandt.

Je länger der Krieg nun dauerte und je stärker die Knappheit der Lebensmittel zunahm, um so häufiger wurden Verfälschungen der gebräuchlichsten Nahrungs- und Genußmittel bekannt. Die von der Verwaltung angestrebte Verbesserung der Wasserversorgung machte ferner viele Untersuchungen von Wasserproben notwendig, auch wuchs die Zahl der erforderlichen bakteriologischen Prüfungen derart, daß die Begründung eines hygienischen Landesinstituts nicht mehr zu umgehen war.

Am 1. September 1915 wurde deshalb in Lodz von der Medizinalverwaltung zunächst ein kleines chemisches Untersuchungsamt eingerichtet, das für die Stadt und ihre nähere Umgebung Nahrungsmittel-Untersuchungen ausführte. Diese stellten fest, daß besonders die Milch in Lodz, wo es nahezu 2000 Milchhändler gab, ganz außerordentlich verfälscht wurde. Am 1. Oktober begründete die Stadt Lodz in den an das Institut angrenzenden Räumen ein kleines bakteriologisches Laboratorium für ihre eigenen Zwecke. Allmählich aber wurde der Betrieb in diesen Instituten zu umfangreich. Nach Unterhandlungen mit der Stadt wurde von der Medizinalverwaltung nunmehr in Lodz ein großes staatliches hygienisches Institut begründet, in dem das städtische Laboratorium Aufnahme fand. Dem Direktor des Hygienischen Instituts, einem preußischen Kreisarzt, wurde auch das städtische Laboratorium unterstellt.

Das neue Institut wurde in der Industrieschule untergebracht und war am 6. März 1916 mit dem notwendigen deutschen und einheimischen Personal und ausreichenden Einrichtungen versehen, so daß es am 1. April den Betrieb vollständig aufnehmen konnte. Es mag schon hier erwähnt werden, daß wir auch im Betriebe dieses Instituts es darauf anlegten, einheimische Beamte anzulernen und die reichsdeutschen Angestellten durch Landeseinwohner allmählich zu ersetzen. Die Durchführung dieses Planes war bei Beendigung der Verwaltung bereits weit gediehen.

In dem Institut, in dem 5 deutsche Nahrungsmittelchemiker, 2 deutsche Bakteriologen und zahlreiche einheimische fachmännische Hilfskräfte sich betätigten, wurde eine Chemische und Bakteriologische Abteilung gebildet. Die erstere gliederte sich in eine milchwirtschaftliche und eine nahrungsmitteltechnische Abteilung. Letzterer war eine gerichtlich-chemische Abteilung zugeteilt.

Den Kreisen links der Weichsel wurde von der Zentralverwaltung nunmehr die Durchführung der Nahrungsmittelkontrolle zur Pflicht gemacht. Es wurde vorgeschrieben, daß auf das Tausend der Einwohnerzahl 5 Untersuchungsproben jährlich zu entnehmen seien, von denen etwa die Hälfte auf bakteriologisches Material entfiel. Die festgesetzten Pauschalbeträge wurden von den Kreiskommunal-Verbänden an die Staatskasse abgeführt, ebenso flossen die Strafgelder in den polizeilichen oder gerichtlichen Verfahren dieser zu.

Die Kreise erließen eine von der Medizinalverwaltung im Verein mit dem Hygienischen Institut aufgestellte Polizeiverordnung über Milch- und Molkerei-Produkte mit Ausführungsbestimmungen. Diese Verordnung bewährte sich gut. Es bedurfte aber aller Energie und strenger Strafen, um ihre Bestimmungen gegenüber den Schlichen der meist jüdischen Händler zur Geltung zu bringen.

Da der Entwurf des neuen russischen Strafgesetzbuches vom Jahre 1903, den die deutsche Verwaltung zum Gesetz erklärte, bezüglich der Bekämpfung der Nahrungs-

mittelfälschungen gewisse Lücken aufwies, so daß manche Vergehen gerichtlich nicht geahndet werden konnten, wurde eine diesen Verhältnissen Rechnung tragende allgemeine Polizeiverordnung betr. Nahrungs- und Genußmittel und Gebrauchsgegenstände für das ganze Verwaltungsgebiet erlassen.

Zur Ergänzung der Tätigkeit des Instituts, das bei der Ausdehnung des ihm zugewiesenen Gebiets zur Durchführung einer nur zentralen Kontrolle nicht imstande war, wurden in den Städten von über 5000 Einwohnern im ganzen 42 Nahrungsmittelkontrollstationen eingerichtet, die unter Aufsicht des deutschen Kreisarztes, später des polnischen Kreisarztstellvertreters, standen[1]). Die an diesen angestellten 89 Beamten erfuhren am Lodzer Institut in 14tägigen Kursen eine hinreichende Ausbildung in der Vorprüfung der Milch, in der Vorkontrolle von Nahrungsmitteln überhaupt und in der Entnahme von Nahrungsmittelproben und erhielten eine Dienstanweisung. In den Kontrollstationen wurde die Bestimmung des spezifischen Gewichts und des Fettgehaltes der Milch vorgenommen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen und sonstige Beanstandungen von Nahrungsmitteln wurden täglich dem Institut auf vorgeschriebenem Formular mitgeteilt. Das Institut forderte dann Proben zur Nachuntersuchung ein.

Im ersten Geschäftsjahr des Hygienischen Instituts führte die chemische Abteilung zusammen mit den Außenstationen bereits 19170 Milchuntersuchungen und 1221 Untersuchungen anderer Nahrungsmittel aus. Beanstandet wurden 5239 Proben. Für die Gerichte fanden 215 Untersuchungen allerlei Art statt. Im zweiten Geschäftsjahr stiegen diese Zahlen auf 28989 und 1641. Von letzteren Proben waren 462 zu bemängeln. Gerichtliches Material wurde in 114 Fällen untersucht[2]). Ebenso umfangreich beschäftigt war das Institut auch im Jahre 1918.

Die Fälschungen bezogen sich auf Milch, Wurst, Butter und andere Fette, Käse, Mehl, Brot, Grütze, Graupe, Fruchtsäfte, Spirituosen, Kaffee, Tee, Kakao, auf Soda, Seife, Seifenpulver, Stärke usw. Sofort eingeleitete Strafverfahren erreichten unverkennbar, daß die Beschaffenheit zahlreicher Nahrungsmittel allmählich bedeutend besser wurde. Zum wenigsten erschwerte die Tätigkeit des Instituts den gerissenen, zumeist jüdischen Nahrungsmittelfälschern das Handwerk erheblich. Insbesondere ging die Zahl der Milchfälschungen bedeutend zurück, bei denen es sich in 65,5 % um Wasserzusatz und in 34,5 % um Entrahmung handelte. Auch in anderen Fällen, z. B. bei einer Menge von Tee-Ersatzmitteln, konnte durch Verbot des Verkaufs und der Anpreisung Abhilfe geschaffen werden. Für das Verwaltungsgebiet wurden regelmäßige öffentliche Warnungen vor den zumeist schwindelhaften Ersatzpräparaten erlassen. Solche Warnungen bezogen sich z. B. auf Kaffee-Ersatzmittel aus nicht entbitterten Lupinen und auf Bonbons, in denen die Fruchtsäuren durch Oxalsäure ersetzt waren.

---

[1]) Ausführlichere Angaben bei Dr. Wolf „Zur Überwachung des Nahrungsmittelverkehrs." Gesundheit 1917. No. 24.

[2]) Ein ausführlicher Bericht von Kreisarzt Dr. Wolf ist über das Geschäftsjahr 1916/17 in der Hygienischen Rundschau 1917, No. 16, erschienen. Das zweite Geschäftsjahr behandelt Professor Dr. Croner in den Veröffentlichungen aus dem Gebiete der Medizinalverwaltung. Berlin 1918, Heft 11.



Die Herstellung und der Verkauf von Ersatzartikeln für Nahrungs-, Genuß- und Futtermittel wurde später von der Genehmigung des Hygienischen Institutes abhängig gemacht, dem Proben zur Prüfung vorher einzusenden waren. Auf der Verpackung des Ersatzartikels mußte die Geschäftsnummer und das Datum der Genehmigung verzeichnet sein. Der chemischen Prüfung mußte eine gesundheitliche und bauliche Prüfung der Räume, in denen die Ersatzartikel hergestellt werden sollten, vorausgehen.

Auf diese Weise wurde ständig die Aufmerksamkeit der Bevölkerung auf die gesundheitsgemäße Beschaffenheit der Nahrungsmittel gerichtet, wozu die Bekanntgabe der über die betrügerischen Händler verhängten Strafen wesentlich beitrug.

Der Aufklärung der Bevölkerung widmete sich der Vorsteher der milchwirtschaftlichen Abteilung Dr. Thiele durch zahlreiche Kurse und belehrende Vorträge in den deutschen Landwirtschaftlichen Vereinen des Polizeibezirks Lodz. Da dieser auch den Landkreis Lodz und die Kreise Lask und Brzeziny umschloß, konnten weiten Kreisen der Bevölkerung neue Auffassungen über einschlägige Fragen vermittelt werden. Dr. Thiele verfaßte auch mehrere bemerkenswerte Arbeiten aus dem Gebiete der Milchwirtschaft in Polen.

Im Jahre 1918 wurden die polnischen Kreisarztstellvertreter in einem achttägigen Kurse mit den Grundzügen der eingeführten Nahrungsmittelkontrolle vertraut gemacht. Richtlinien über die Entnahme von Proben und deren Versand bei Nahrungsmitteln und gerichtlichem Material sind ihnen hierbei eingeprägt worden.

Besondere Sorgfalt ist ferner der Untersuchung und Beschaffenheit des Fleisches zugewandt worden. Auf diesem Gebiete waren in den Kreisen neben den deutschen Kreistierärzten auch die deutschen Kreisärzte am Werk.

Auch für die Stadt Warschau und das Gebiet rechts der Weichsel plante die Medizinalverwaltung die Errichtung eines großen Hygienischen Instituts und zwar in Warschau, da das kleine nahrungsmittelchemische und bakteriologische Institut des städtischen Gesundheitsamtes für diese Zwecke nicht ausreichte. Der Etat wurde bereits im Jahre 1917 genehmigt; die Vorarbeiten aber stockten bis zum Schluß der Verwaltung, da man ein genügend großes und auch sonst geeignetes Gebäude in der mit deutschen und polnischen Behörden, Militärlazaretten u. a. stark belegten Stadt nicht ausfindig machen konnte. Es war beabsichtigt, das Institut von vornherein mehr mit einheimischen Kräften zu besetzen und deutsche Abteilungsleiter nur zur Oberaufsicht zu bestellen. Eine scharfe Beaufsichtigung des Butterhandels wurde in Warschau durchgeführt, da die dort feilgehaltene Butter vielfach starken Wasserzusatz zeigte.

Aus gesundheitlichen Gründen wurde ein dauerndes und allgemeines Verbot des Schnaps-Ausschanks erlassen. Die Abgabe des reinen oder vergällten Spiritus zu „Einreibungen", ferner von Pain-Expeller und von Hoffmannstropfen durfte nur auf ärztliches Rezept erfolgen. Sämtliche Alkohole sind in die Liste der den Drogenhandlungen freigegebenen Arzneimittel nicht aufgenommen worden, da sie von den einfachen Leuten auch als Genußmittel getrunken wurden. Die Merkblätter des deutschen Vereins gegen Mißbrauch geistiger Getränke wurden in zahlreichen Zeitungen zum Abdruck gebracht.

Die Nahrungsmittelhandlungen unterlagen der Kontrolle der Kreisärzte. In fast allen Kreisen mußten infolge der überaus großen Mißstände scharfe Verordnungen über den Marktverkehr, die Einrichtungen und die Reinlichkeit in den Fleischereien, Bäckereien, Milchhandlungen und Selterfabriken ergehen. Die russische Vorschrift, zur Herstellung von kohlensauren Wässern und Fruchtlimonaden nur destilliertes Wasser zu verwenden, konnte bei dem Mangel an geeigneten Apparaten und bei der Teuerung des Heizmaterials nicht aufrecht erhalten werden. Es wurden daher die Wasserbezugsquellen der Fabriken geprüft, das Verfahren bei der Reinigung der Gefäße und Flaschen und die Ausschankstellen selbst kontrolliert. Das Ergebnis war, daß eine große Zahl der Betriebe auf die Dauer, die übrigen aber wenigstens so lange geschlossen werden mußten, bis gesundheitlich nicht zu beanstandende Verhältnisse vorlagen. In Warschau wurden einige private Markthallen wegen gröbster und nicht zu beseitigender Verschmutzung auf die Dauer geschlossen. Auch wurde gegen die schmutzigen Straßenhändler, die auf dem Bürgersteige, dicht am Rinnstein, ihre Zuckerwaren, Südfrüchte u. a. feilhielten, in den schlimmsten Fällen eingeschritten. So haben sich auch auf diesem Gebiete viele Mängel abstellen und Gefahren für die Gesundheit der Bevölkerung wesentlich einschränken lassen, zumal strenge Strafen bei Verstößen verhängt wurden.

Zur Hebung der Volksernährung, die unter den im allgemeinen ungünstigen Ernteergebnissen und sonstigen Schwierigkeiten litt, förderte die Verwaltung in den Städten die bereits in Friedenszeiten vorhandene Einrichtung der „billigen Küchen“. Sie wurden von Wohltätigkeitsvereinen, von Arbeiterorganisationen, vor allen aber von den Magistraten unterhalten. In Warschau gab es im Jahre 1916 von städtischen Anstalten derart: 30 Volksküchen, 17 Küchen für Kinder, 7 Küchen für die Intelligenz und 21 Teestuben. An Mittagessen allein wurden 36 Millionen Portionen ausgegeben, davon nur etwa ein Siebentel gegen Bezahlung. Die Gesamtkosten betrugen 4 Millionen Rubel. Daneben verabfolgte die Gesellschaft für öffentliche Wohlfahrt in ihren 3 billigen Küchen und 6 sonstigen Verteilungsstellen 1 Million Portionen Mittagessen, die 127 000 Rubel Kosten verursachten.

In Lodz verteilten die 101 billigen Küchen, die unter einem besonderen Komitee standen, allein im März 1918 über 1 1/2 Millionen bezahlter und eine Viertelmillion unbezahlter Mittage. Der Magistrat gewährte hierzu einen Beitrag von fast 300 000 Mark.

Die deutsche Verwaltung hat es sich stets angelegen sein lassen, Nahrungsmittel, wie Kartoffeln, Mehl, Brot u. a., trotzdem sie oft recht knapp waren, diesen Wohltätigkeitsanstalten und den Herbergen in reichlichem Maße zuzuwenden.

18. Schulhygiene.

Die schon vor dem Kriege eingerichtet gewesenen Schulhäuser, wie Gymnasien, Handelsschulen, Realschulen und dergleichen haben in hygienischer Beziehung zu Beanstandungen der Anlagen selbst im großen und ganzen keine Veranlassung gegeben. Nur war zumeist ein erheblicher Mangel in der Reinlichkeit festzustellen. Von den Volksschulen waren einige, namentlich die von deutschen Industriellen eingerichteten Privatschulen, z. B. im Kreise Bendzin, musterhaft sauber und durchweg zweckmäßig

gehalten. Dagegen entsprachen die vorhandenen ländlichen Schulen, vor allem aber die neubegründeten Schulen, die aus Mangel an besonderen Gebäuden in gewöhnliche Wohnhäuser gelegt werden mußten, im allgemeinen wenig den sanitätspolizeilichen Anforderungen.

Ganz schlimm stand es aber um die jüdischen Cheder- und Talmud-Thora-Schulen, in denen bekanntlich lediglich Religionsunterricht betrieben wird. Sie waren durch den herrschenden Schmutz, durch die Enge der Räume, die mangelhafte Lüftung und Belichtung, durch das Zusammenpferchen vieler Schüler auf engen Bänken für viele Tagesstunden die Brutstätte ansteckender Krankheiten, insbesondere von Fleckfieber und Tuberkulose geworden. Die Kreisärzte versuchten durch häufige Revisionen die allerschlimmsten Mängel abzustellen. Auch die polnischen Kreisärzte haben auf diesem Gebiet sich eifrig und erfolgreich bemüht.

Die Verlausung der Kinder aus der einfachen Bevölkerung mit Kopfläusen ist allgemein; die jüdischen Kinder haben zudem noch meist Kleiderläuse. Bei den Reinigungsmaßnahmen zur Verhütung von Fleckfieber ist daher ganz besonders diesem Umstand Rechnung getragen worden, um der heranwachsenden Generation Ekel und Abscheu vor dem Ungeziefer beizubringen und sie zur Reinlichkeit zu erziehen. In vielen Städten wurden allwöchentlich unentgeltliche Bäder der Schuljugend verabfolgt. Allein im März 1918 nahmen 4920 Schulkinder die städtischen Badeanstalten in Lodz in Anspruch.

Neuerdings haben die besseren Privatschulen (Gymnasien, Realschulen usw.) Schulärzte angestellt, die in ihnen täglich Sprechstunden abhalten. Auch wird in den oberen Klassen Hygieneunterricht erteilt. In Warschau waren bis zum 1. Januar 1918 30 Schulärzte und 7 Schulschwestern für die Elementarschulen und ebensoviel Schulärzte für die Mittelschulen angestellt. In dem Kultusministerium hatte ein rühriger Arzt das Referat für das Schularztwesen übernommen.

Zur Verhütung der Verbreitung von Infektionskrankheiten durch die Schulen wurde eine Verordnung nach dem Muster der Preußischen Anweisung vom 9. Juli 1907 erlassen.

Im Jahre 1918 wurden in Warschau außer Abteilungen für weniger befähigte Kinder auch besondere Schulen für schwach entwickelte Kinder eröffnet. Für diese Schulen sind besondere Lehrer ausgebildet worden.

19. Verhütung und Bekämpfung der übertragbaren Krankheiten.

Wie schon erwähnt, war wohl kein Zweig der russischen Verwaltung in Polen so verdorrt, wie die Medizinalverwaltung und von den gesundheitlichen Aufgaben eines Volkes keine so vernachlässigt, wie die Bekämpfung der Infektionskrankheiten. Was auf diesem Gebiete verabsäumt war, läßt sich kaum umfassend schildern. Das Land war, hygienisch genommen, eine Wüstenei. Nirgends, außer Ansätzen hierzu in den Großstädten, war eine feste gesundheitliche Organisation, ein kräftiger Wille zum Fortschritt vorhanden. Wenn die Kommunen besseres schaffen wollten, hinderte sie die Bestimmung der russischen Regierung, wonach keine Stadt ohne ihre Genehmigung eine Ausgabe von mehr als 300 Rubeln machen durfte. Als nach der großen Pocken-

epidemie im Jahre 1911 und bei der schon immer hohen Sterblichkeit in Lodz, die selbst dem russischen Gouverneur auffiel, ein von ihm besonders eingesetzter Gesundheitsausschuß die Einrichtung eines Städtischen Gesundheitsamtes verlangte und die Kosten auf 40 000 Rubel veranschlagte, bewilligte der Stadtpräsident, ein russisch gewordener Pole, ein Zehntel der Summe. Auch für die Gesellschaft zur Bekämpfung der Tuberkulose, die in der Lodzer Bevölkerung reichliche Opfer forderte, hatte er keine Unterstützung übrig, obwohl die Stadt ohne Schulden war und sogar über ein Reservekapital von 500 000 Rubeln verfügte. Die berechtigtsten Wünsche der Ärzteschaft wurden völlig tauben Ohren vorgetragen.

Die Medizinalbeamten waren grenzenlos gleichgültig gegenüber dem gesundheitlichen Jammer. Sie faßten ihre Stellung in erster Linie als Quelle für möglichst mühelosen Gelderwerb auf. Vor allem waren es die Militärbefreiungsatteste, aus denen gar mancher Reichtum zog. Jährliche Einkommen von 60—70 000 Mark waren keine Seltenheit und sogar in kleinen Kreisstädten zu erreichen. Sonst ließen sie die Dinge gehen, wie sie wollten. Die Tätigkeit in der Seuchenbekämpfung begann, wenn die Epidemie den Ort erfüllte, also zu spät. Die Maßnahmen traf man unzureichend und unbekümmert um ihre tatsächliche Durchführung. Wie ein russischer Kreisarzt bei einer Typhusepidemie vorging, möchte ich kurz erzählen: Nach Wochen erschien er am Ort und ließ sich die Häuser nennen, in denen Kranke lagen. Er fuhr an jedem Hause vor, ließ sich die Bewohner auf die Straße kommen und schrie die Leute an. Dann entfernte er sich wieder. Als ihn einer seiner Freunde scherzend einmal fragte, warum er stets einen solchen Spektakel verübe, sagte er überlegen: „Das ist sehr wichtig! Die übrigen Dorfbewohner wissen dann, wo ein Kranker ist, meiden das Haus und stecken sich so nicht an". Nach acht Tagen sandte er den Kreisfeldscher zur Desinfektion. Aus einer großen Spritze, die er mit starker Karbollösung gefüllt hatte, bespritzte der Feldscher nun die Betten, in denen die Kranken lagen, die Möbel und die Angehörigen. Zumeist gab es dann eine Prügelei mit der Hausfrau, weil die ätzende Lösung viel verdarb, gelegentlich auch ein Kind verbrannte. War die Hausfrau die stärkere, wie in Polen häufig, so blieb sie Siegerin und warf den Kerl zur Tür hinaus. Dies Narrenspiel war die Regel.

So kam es, daß die ungebändigte Gewalt der Infektionen jahraus, jahrein die Volkskraft schwächte und die Giftkeime der Seuchen sich rastlos und ungehemmt vermehrten. Eine Erziehung des Volkes zu gesundheitlichen Auffassungen unterblieb. Die Infektionskranken ließ man gewöhnlich in den Häusern, in seltenen Fällen nur wurden sie in den allgemeinen Krankenhäusern untergebracht, ohne daß dort überall eine sichere Isolierung stattfand. Die Landstreicherei und Bettlerplage, die in erster Linie zur Seuchenverbreitung beitrugen, wurde nicht eingedämmt. Die Kenntnisse der Ärzte über Infektionskrankheiten blieben gering; eine sichere Diagnose war selten. Anzeigen von ansteckenden Krankheiten wurden kaum erstattet. Es fehlte an Seuchenspitälern, an Quarantänehäusern, an wirksamer Desinfektion. Zahllose Menschenopfer waren die Folge. Was aber galten der zarischen Verwaltung Menschenleben — man hatte ja deren so viel und die Ruhe des Friedhofs besänftigte ja auch manche unruhigen Geister!

Erst bei Ausbruch des Krieges raffte sich die russische Regierung, höchstwahrscheinlich um für die Gesundheit ihrer in Polen kämpfenden Armeen zu sorgen, wenigstens zur Improvisation einer Seuchenbekämpfung auf. Sie überließ aber im ganzen die Organisation dem für eine solche Aufgabe nicht geschulten Bürgerkomitee in Warschau. Dieses brachte zwar ein Sanitätskomitee für das Gouvernement Warschau zustande; aber infolge der Kriegsereignisse konnte eine wirkliche Tätigkeit nur im Landkreise Warschau und in den Kreisen Grojec, Blonie, Pultusk und Radzymin entfaltet werden. Auch die Medizinalverwaltung der russischen Semstwovereinigung und eine Kommission für Wasserversorgung waren an dem Werke beteiligt, zu dessen Finanzierung aus dem Heeresfonds mehrere Millionen Rubel hergegeben wurden. Von dem Ausschuß des Sanitätskomitees wurden Ärzte, Feldschere und Krankenpfleger in vorhandene Spitäler entsandt, einige solcher neubegründet, fliegende Krankenpflegestationen, wo es Not war, unterhalten, Pockenimpfungen vorgenommen, Brunnen verbessert, Desinfektionen ausgeführt, Aborte erbaut und, wo angängig, der größte Schmutz aus den Ortschaften beseitigt. Diese durchgreifend noch nicht zur Wirkung gelangte Tätigkeit wurde mit dem Vorrücken der deutschen Heere durch die straffe Organisation abgelöst, die die Medizinalverwaltung des Verwaltungschefs in das neubegründete Generalgouvernement Warschau mit sich brachte und in ihrem Verwaltungsgebiet bis zum 1. September 1915 bereits erprobt hatte. Ein Teil der von dem Komitee geschaffenen Einrichtungen wurde übernommen, die übrigen aber lösten sich mit den aus anderen Gründen aufgehobenen Lokalkomitees von selbst auf. Tiefe Spuren dieser zeitlich ja auch begrenzten und wesentlich den besonderen Zwecken des russischen Heeres dienenden Arbeit sind nicht zurückgeblieben. Der Arbeitsplan ließ auch die Hervorhebung des Durchführbaren vermissen, eine einheitliche Leitung fehlte; vor allem aber wurde so außerordentlich kostspielig gewirtschaftet, daß in diesem Stile weiterzuwirken, auch die deutsche Sparsamkeit verbot.

Das oben geschilderte trübe Bild der Verwahrlosung des Gesundheitswesens erschien uns überall. Hier mußte kräftig zugegriffen werden. Grundlagen für eine zweckmäßige Seuchenbekämpfung waren zu schaffen, mitten im Kampf gegen die Seuchen weiterauszubauen und zu befestigen. Schmerzliche Tribute an wertvollem Menschenleben und an Gesundheit zahlten die deutschen Medizinalbeamten. Doch der Erfolg belohnte die Mühe.

Die Verhütung und Bekämpfung der Infektionskrankheiten erforderte allgemeine Maßnahmen, die in jedem Falle, und besondere, die bei den einzelnen Infektionskrankheiten anzuwenden waren.

I. Im Allgemeinen.

a) Anzeigepflicht, Ermittelungsverfahren, Nachrichtenaustausch mit anderen Verwaltungen.

Bei der Verhütung und Bekämpfung der Infektionskrankheiten gaben im allgemeinen das deutsche Reichsgesetz, betr. die Bekämpfung gemeingefährlicher Krankheiten vom Jahre 1900, und das Preußische Ausführungsgesetz hierzu, betr. die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten vom Jahre 1905, die Richtschnur. Diese

Gesetze, die allen Schlichen der Seuchen folgen, waren die schneidige Waffe, mit der wir den Kampf gegen die Infektionskrankheiten aufzunehmen vermochten.

Zunächst wurde die Anzeigepflicht für die landesüblichen Infektionskrankheiten eingeführt, wie dies die Regierung von Südpreußen ihrerzeit bereits im Jahre 1796 getan hatte. Zur Anzeige verpflichtet wurden Ärzte, Feldschere, der Haushaltungsvorstand, berufsmäßige Pflegepersonen und die Vorstände von Krankenhäusern und Gefängnissen. Der Begriff „Behausung" mußte auf die Grundstücke ausgedehnt werden, da sie oft mit mehreren Häusern besetzt waren, zwischen deren Einwohnern (namentlich den jüdischen) ein unablässiger Verkehr stattfand. Damit wurden auch die Grundstücksbesitzer oder -Verwalter für Anzeigen haftbar.

Die Verordnung bezog sich auf jeden Krankheits-, Verdachts- und Todesfall von Cholera, Pocken, Fleckfieber, Typhus, Ruhr, epidemischer Genickstarre, Scharlach, Diphtherie, Trichinose, und auf Verletzungen durch tollwütige oder tollwutverdächtige Tiere. Im Jahre 1917 wurde sie auch auf Rückfallfieber, auf Todesfälle an Lungen- und Kehlkopftuberkulose und auf Kindbettfieber (auch infolge von Aborten) ausgedehnt. Angeordnet wurde ferner, daß erkrankte Lehrpersonen und Schüler vom Unterricht bis zur Genesung auszuschließen waren.

In Ergänzung dieser Verordnung verpflichteten, gewissermaßen im inneren Dienst, noch die Kreischefs die Gemeindevorsteher (Wojt's):

1) in ihrem Bezirk auftretende Fälle der in der Verordnung genannten Krankheiten wöchentlich an den Kreischef zu berichten,
2) die Kranken, abgesehen von vereinzelten Scharlach- und Diphtheriefällen, auf deren eigene, auf Kassen- oder Gemeindekosten in ein Krankenhaus unterzubringen,
3) die befallenen Häuser mit einem Anschlage „Gefährliche Krankheit" in deutscher und polnischer Sprache bis zur Desinfektion zu versehen,
4) eine Angabe über die Gesamtzahl der in ihrem Bezirk vorgekommenen Todesfälle wöchentlich dem Kreischef einzureichen. (Eine etwa erhöhte Sterblichkeit ergab dann den Verdacht auf eine bestehende Epidemie und den Anlaß zu weiterem Verfahren.)

Die Standesämter (in ländlichen Bezirken die Pfarrer und Rabbiner) wurden durch Polizeiverordnung angewiesen, wöchentlich eine Liste der bei ihnen angemeldeten Sterbefälle unter Bezeichnung der mutmaßlichen oder festgestellten Todesursache den Kreischefs einzureichen.

Nach Meldung des Krankheitsfalles durch die obengenannten anzeigepflichtigen Personen wurden durch den Kreisarzt die nötigen Ermittelungen angestellt und auf seinen Antrag von den Polizeibehörden die Maßnahmen angeordnet, die eine Weiterverbreitung zu verhüten imstande waren. Bei Gefahr im Verzuge, wie zumeist, konnte aber der Kreisarzt auch selbständig bindende Anordnungen treffen.

Als im Frühjahr 1916 einige Kreisärzte an Fleckfieber starben, erließ die Medizinalverwaltung eine Vorschrift, wonach bei einer Meldung von Fleckfieberverdacht und Fleckfieber sowie von Typhusverdacht und Typhus (damals wurden Fleckfieberfälle öfters noch als Typhus gemeldet) der Kranke sofort in ein Absonderungshaus untergebracht und daselbst entlaust werden mußte. Dann erst solle der Kreisarzt an dem Kranken eine eingehende körperliche Untersuchung vornehmen. Hierbei sei zu

beachten, daß eine einmalige Entlausung für gewöhnlich nicht zum Ziele führe, daher wären ein scharfes Aufschlagen der Bettdecke und heftige Bewegungen des Kranken, wobei durch den Luftzug junge Läuse auf weitere Entfernung hin fortgeschleudert werden könnten, zu vermeiden. Die Absuchung der Nachbarschaft auf verheimlichte Kranke, die ärztliche Behandlung, die Entnahme der Blutproben sollte möglichst durch einheimische Feldschere, Krankenpflegepersonen oder Ärzte ausgeführt werden, die durch Überstehen von Fleckfieber immun geworden waren. Die Untersuchung der Kranken durfte nur in Schutzanzügen, die am Halse, den Hand- und Fußgelenken dicht abgeschlossen waren, vor sich gehen. Die Vorschrift bewährte sich durchaus.

Die Unzuverlässigkeit, namentlich der jüdischen Bevölkerung, erschwerte die Ermittelung ungemein. Erst als durch Verordnung die Verpflichtung zu wahrheitsgemäßer Aussage festgelegt und Zuwiderhandlungen mit schwerer Strafe belegt waren, trat Besserung ein. Immer wieder aber gab es Rückfälle, die bewiesen, wie die Wahrhaftigkeit im Lande unter dem zarischen System gelitten hatte. Zur Verheimlichung von Infektionskrankheiten trug anfangs auch die Furcht vor der Überführung in die Seuchenspitäler bei. Doch mußte die Bevölkerung allmählich einsehen, daß auch zunächst verheimlichte Seuchenfälle im großen und ganzen den Behörden nicht verborgen blieben, und daß es klüger war, sich den Gesetzen zu fügen, wenn man sie auch nicht verstand.

Die Kreisärzte zeigten alsdann auf Meldekarten wöchentlich die Infektionskrankheiten in ihrem Bezirk der Zentralverwaltung, dem Armeearzt beim Generalgouvernement und den benachbarten Kreisärzten an, mit denen sie sich auch sonst in stetem Einvernehmen zu halten hatten. Von dem Armeearzt wiederum gelangten an die Zentralverwaltung Mitteilungen über die Infektionen von Soldaten.

Aus dem Verwaltungsgebiet bis zum 1. September 1915 (17 Kreise links der Weichsel) gingen bereits im Sommer des Jahres zahlreiche Meldungen über Infektionskrankheiten der Medizinalverwaltung zu. Die ziemlich plötzliche Ausdehnung des Verwaltungsgebietes bis auf die endgültige Größe des Generalgouvernements und die große Schwierigkeit, alle neuen Kreise mit je einem Kreisarzt zu besetzen, brachte zunächst für das Gebiet rechts der Weichsel und 7 Kreise links der Weichsel noch eine erhebliche Unsicherheit der Berichte mit sich. Wir können aber sagen, daß Anfang November 1915 auch aus diesem Gebiete ziemlich erschöpfende Anzeigen bereits erfolgten.

Um über etwaige Einschleppungen von Infektionskrankheiten nach Preußen unterrichtet zu sein, wurde ein regelmäßiger Nachrichtenaustausch mit den Regierungspräsidenten der Grenzbezirke eingerichtet. Ferner ist die Gesundheitsverwaltung in das russisch-deutsche und österreichisch-deutsche Abkommen eingetreten, das sich auf die Abwehr der Cholera bezog. Ferner wurden regelmäßig Nachrichten dem Deutschen Reichsgesundheitsamt, dem Reichsamt des Innern und dem Preußischen Ministerium des Innern über Cholera, Pocken, Fleckfieber und Rückfallfieber gegeben. Endlich fand auch mit der österreichisch-ungarischen Verwaltung in Lublin ein dahingehender Nachrichtenaustausch statt. Aus den bei der Verwaltung regelmäßig einlaufenden Mitteilungen der genannten Stellen konnte mit Befriedigung ersehen

werden, daß eine Einschleppung von Infektionskrankheiten aus der Zivilbevölkerung des Verwaltungsgebietes in das deutsche Heimatsgebiet und in das Generalgouvernement Lublin nur sehr gering gewesen ist.

b) Aufklärung der Bevölkerung.

Es wurden Ratschläge für Ärzte und Laien in polnischer Sprache über Pocken, Cholera, Fleckfieber, Typhus und Ruhr in vielen Tausenden von Exemplaren im Lande verteilt. Anläßlich des Fleckfiebers sind die Haseschen Laustafeln mit polnischem und jiddischem Text und einem Merkblatt „an die Juden in Polen" in jiddischer Sprache in großer Auflage verbreitet worden. Letzteres Flugblatt, das der bayrische Rabbiner Dr. Cohn aus Ansbach im Verein mit dem Verfasser ausarbeitete, belegte durch Stellen aus dem alten Testament und dem Talmud, daß die alten rituellen Reinlichkeitsvorschriften im Lande allmählich mißachtet und verkümmert worden waren. Die Laustafeln wurden in allen Schulen, Krankenhäusern, den Vorräumen der Synagogen und Bethäuser, in den Badeanstalten und den Amtslokalen aufgehängt. Wenn auch die Bevölkerung des Landes zu etwa 70% aus Analphabeten besteht, so konnte man sich immerhin von der Einwirkung der Merkblätter auf die jüdische Bevölkerung, die die jiddische Sprache lesen kann und auch im allgemeinen gern liest, und auf den Teil der polnischen Bevölkerung, der des Lesens kundig war, Einiges versprechen. Der Text der jiddischen Flugschrift mag hier folgen:

Zu die Juden in Polen.

Wie Ihr weißt, hot in letzten Winter un Frühlung a gewaltige Epidemie von Fleckentyphus das ganze Land aramgenummen und besonders schwer getroffen das jüdische Volk. Ihr wet erschrecken, wenn wir wellen eich sogen, wieviel Korbones[1]) die Krankheit hot zwischen Eich aweckgeraubt, wieviel Eltern weinen auf seiere[2]) Kinder, wieviel jesaumim[3]) es senen geblieben ohn' Vater un Mutter, es senen vorhan Oerter, was man ken auf sei sagen, wie es steht wegen Mizraim[4]): Kien bajis, ascher en schon mes[5]). Auch mir senen sehr betrübt wegen dem, und mir haben unsere bewußte Doctorim un die größte Gelehrte ahergerufen, kedei[6]) sei sollen gefinnen, von wanen es kumt die dosige schreckliche Krankheit. Die dosige Gelehrte haben festgestellt, as der Fleckentyphus werd durch die Laus vun dem kranken Menschen auf'n gesunden Menschen übergetrogen und as der Mensch, welcher lebt in Schmitz, vermehren sich bei ihm die Leis, was is a skonoh[7]) vor ihm und gefährlich vor alle arümmige Menschen. Un do haben mir sich derwußt a Sach, wos hat uns sehr verwundert. Die Juden senen doch aso reinlich Volk, eier religie befehlt doch Eich asoi streng wegen der Reinlichkeit, in eier Thora gefinnen sich viel erhabenste Vorschriften wegen dem, wie z. B.: wehojoh machanecho Kodausch[8]) wenischmaito mikaul dovorro[9]). Ihr müßt sich täglich asoi oft waschen, ihr fort[10]) nicht mit unreine Kleider nicht

[1]) Opfer. — [2]) ihre. — [3]) Waisen. — [4]) Egypten. — [5]) Zitat aus Exodus XII, 30: Da ist kein Haus, in dem nicht ein Toter wäre. — [6]) damit. — [7]) Gefahr. — [8]) Zitat aus Deut. XXIII, 15: Dein Lager soll heilig sein. — [9]) Zitat aus Deut. XXIII, 10: Hüte dich vor jedem häßlichen Ding. — [10]) dürft.



dawenen[1]), nicht die Schul betreten, auf jeden Schabbes derft ihr sich und eier Wohnung sauber machen, in jedem klensten Schtädtel senen bei eich eingerichtet Badhäuser; ihr mußt eich laut die Vorschriften vun eier emunoh[2]) asoi oft baden und taufel[3]) sein; eiere Frauen mussen sauber sein vun Kop bis Fuß, a nit[4]) ist eier Zusammenwohnen unwürdig und verboten. Leider ober haben sich hier manche von Eich zur Unreinheit zugenommen und darüber leidet ihr am meisten vun dem Fleckentyphus. Gerade bei eich starben mehr wie bei andere. Da haben wir auch a großen tous[5]) gehört. Viel vun eich sogen, as das kumt vun der nicht asoi guter Ernährung, das kumt von Not und Hunger. Glaubt uns, das ist nicht emes[6]), der hunger brengt efscher[7]) andere Krankheiten, der Fleckentyphus ober kummt derhaupt[8]) vun Unreinlichkeit und vun die Leis, die schluchim[9]) von malach-hamoves[10]). Mir wilen eich aber zuhilf kommen und beweisen, wie men kann dervon geholfen werden. Mir meinen es von eier tauvo[11]) wegen. Unsere Gesetzen und Verordnungen senen nicht do, kedei die Beamte sollen können von eich chabar[12]) nehmen, dem letzten ausgeschweißten Groschen auszapfen, nein, das meinen wir vor kein Fall nicht, die tauvo[13]) vun der ganzer Bevölkerung is unser Ziel. Darum braucht ihr eich zu unsere Verordnungen beziehen mit vieler Zutrau. Eiere friherige Regierung hat eich nicht gelaßt befreien un arauskommen von dem Schmitz, sie hot eich in groß Engschaft zusammengepreßt, un durch a Menge Begrenzungen un allerlei Repressies sich bemüht, das menschliche Gestalt vun eich obzumachen, jedes menschliche Gefühl von eich awekzunehmen, welches is ihr, zu groß' Bedauern, teilweis geraten, un fihlt sogar nicht, was's fehlt eich. Ober der kräftiger Mann, was regiert jetzt über eich, denkt wegen eich ganz anders, er strebt zu eier vollkommener Aufblihung zugleich mit alle andere Völker, er will nicht, as mehr vun eich sollen noch von Fleckentyphus starben. Zudem hat er viel Badehäuser gelast einrichten, wie ihr sollt regelmäßig besuchen und sich befreien vun die Leis und vun allerlei Unflath.

Jo, in die dosige Badeheiser sennen virhan manche Vorschriften, wegen welche ihr meint, as sei senen, chas wescholom[14]), gegen Gott's Gebot, ober dos ist a tous[15]), denn auch der großer Vertreter vun der deitsche Kaiserlicher Macht in Warschau glaubt an die Mizwes[16]) vun Gott, un er will eich darin nicht stören, ober er weißt, as eier religie, anhebendig von toras Moschele[17]) bis dem Talmud und schulchan aruch[18]), befehlt eich wegen Reinlichkeit un legt auf eich arauf die Pflicht, as ihr sollt eich vor Krankheiten schützen.

Ober vor allem sogt eich eier Religie, as das Verbrechen is, wenn ihr bringt das Leben vun an' anderen in Gefahr und ot[19]) das dosige Verbrechen begeht ihr, wenn in eier Kleidung, in die Haar, in'm Körper oder in der Wohnung gefinnt sich Unflath. Ihr weißt doch, as jeder Mensch is beschaffen bezelem elokim[20]) un is auf aso aufan[21]) an Abbild vun der gettlicher Reinheit, was zu verschwächen es un zu verunwürdigen is a Sünd. Fragt Eire große Rabbonim und Poskim[22]), was men mies

---

[1]) beten. — [2]) Religion. — [3]) untertauchen. — [4]) sonst. — [5]) Irrtum. — [6]) Wahrheit. — [7]) vielleicht. — [8]) hauptsächlich. — [9]) Abgesandte. — [10]) Todesengel. — [11]) Glück. — [12]) Bestechungsgeld. — [13]) Glück. — [14]) Gott behüte. — [15]) Irrtum. — [16]) Gebote. — [17]) Testament. — [18]) Religionskodex. — [19]) wahrhaftig. — [20]) Im Ebenbilde Gottes. — [21]) Art. — [22]) Lehrer.

und men darf alls tun, kedei[1]) das Leben vun an anderen nicht zu bringen in skonnoh[2]); sei wellen eich sagen, as pikuach nefesch[3]) ist dauche[4]) schabbes, und men meg die heiligste jomim taufim[5]) mechalel[6]) sein, kedei zu erhalten das Leben vun a Menschen.

Aderabbe[7]) tut nur a Kuck[8]) in eier Thora, seht nur die strenge Vorschriften wegen die allgemeine Reinheit in Kriegszeit. Su ist denn nicht jeden einzigen vun eich streng befohlen geworden, as seiendig zusammen, muß sich jederer hüten vun das mindeste Schlechts, in falls, s' hat einem etwas Unreiniges getroffen, hat er sofort gemußt isoliert sein, er hat gemüßt awek vun die arummige Menschen; un auf ihm is gelegen der strengster chof[9]), wie lang er is nicht vollkomm rein, soll er nicht zusammen kommen mit Menschen. Nach Mittagszeit hat er gemußt sein ganzen Körper waschen und boden. Der Emes[10]) ist, as jeder klenste soffek[11]) von Unreinheit muß durchaus beseitigt werden, wieviel es soll nicht kosten, weil der Unreiner, seiendig in Front, kann nicht e so viel Schaden bringen dem Joel[12]), wie er kann verunglücken un in Gefahr stellen sein eigener Armee. Zurück kommen hat er erst gekönnt bei nacht, kedei[13]) auszumeiden vun sein svivoh[14]) jede unangenehme Gefühlen, sollen sei sich nicht einbilden eppes a schreck dadurch, was zwischen sei gefinnt sich a unrein gewesener Mensch. Zum menschlichen Gebrauch hat er gemußt haben a besunderen Platz außer dem machne[15]) un es sofort mit Erd verschütten, weil Gott, wenn Gott geht zwischen dem machne, dich zu retten und dir deine Feinde überzugeben, derum muß deine machne heilig sein. Gott soll in dir nicht sehen eppes Ekelhaftes, kann er sich doch sunst vun dir zurückhalten (Deut. XXIII); un in der wirklichkeit gesprochen, kann denn dei Gottheit mitsein mit a Mensch, welcher achtet nicht auf sich allein und brengt das Leben vun seine Nebenmenschen in Gefahr?

Un ot[16]), nor zulieb der Lebenserhaltung fur eich und eiere schechenim[17]) muß folgendes geschehen: Wenn in die Haar gefinnen sich Unflath, dann muß man sich lassen kurz abscheren und die Hor verbrennen; mir weissen ganz gut, wos fur a Bedeutung es haben bei eich die Bärt', aber sagt allein, willt ihr denn zulieb die Bärt' einstellen das Leben vun a Menschen, mögt ihr das? Darüber, ob es gefinnen sich Leis oder Niß in die Bärt, dann müssen sei arobgenommen werden, aber das darf getun werden nicht mit kein Rasiermesser, weil das ist verboten durch eier religie. Mir weissen auch, as eiere Frauen darfen sich bedecken dem Kopf, aber zulib pikuach nefesch[18]) mussen die Perrücken verbrennt werden, wenn sei können schon nicht abgereinigt werden vun die Leis oder Niß; aber ihr mußt auf Eich nehmen die große Kosten, neie Perrücken zu kaufen. Habt ihr an Körper selbst Unflath, dann muß sei derwechert werden durch guten Ausbaden und abreiben sich mit a reiner Berscht. Oft halten sich Leis in die Kleider. Zu dem Zweck haben mir große Oefens aufgebaut, dort werd die Leis mit ihren Kinder un Niß vernichtet, und das Kleid leidet dervon garnicht. Ob aber das senen asolche Kleider, wos men ken sei noch waschen,

---

[1]) damit. — [2]) Gefahr. — [3]) bei Lebensgefahr. — [4]) hintansetzt. — [5]) Feiertage. — [6]) unbeachtet lassen. — [7]) Im Gegenteil. — [8]) Blick. — [9]) Pflicht. — [10]) Wahrheit. — [11]) Möglichkeit. — [12]) Feind. — [13]) um zu. — [14]) Umgebung. — [15]) Lager. — [16]) wahrhaftig. — [17]) Nachbarn. — [18]) Lebensrettung. —



dann weren sei ausgekocht und die Leis weren auf a so aufan[1]) vernichtet. Wie aber derwechert man die Leis von die Wohnungen? In dem Fall muß affin[2]) der ärmste von Euch mithelfen. Erstens darft ihr in der Wohnung nicht halten kein Smattes[3]) un Altwerk, die Möbel un die Podloge[4]) müssen sehr oft gereinigt werden, un kaudem kol[5]) mussen die Strohsäck sehr oft angefüllt werden mit frisch Stroh. Ob es senen vorhanen Personen, welche handeln mit Smattes, müssen sei es anmelden beim Kreisdoktor, er wed dann die Smattes lossen desinfizieren in Apparaten, kedei die Leis un auch die Baccilen vun ansteckende Krankheiten, welche gefinnen sich oft überhaupt in die Smatt, sollen eich, Gott behit, nicht schoden. Mir weissen, as ihr sent machnise orchim[6]), ober schmitzige Bettler sollt ihr nicht aufnehmen in eiere Wohnungen, weil sei können sich eiere Weib und Kinder krank machen, es senen vorhanden genug Printen[7]), welche senen sauber und wo die Bettler können sich aufhalten. Ihr müßt wissen, as kimat[8]) alle wandernde Bettler senen verleisigt un verschleppen Krankheiten von Ort zu Ort.

Dos alls sagen wir vor eier tauto[9]) wegen; mir wellen eich nicht krenken, chas wescholom[10]), mir wellen eier gesund derhalten und derwechern von eich die Kloloh[11]), wos ruht auf dem Land un auf Eier Volk.

Wos pünktlicher ihr wet die Verordnungen von die Regierungs-Beamte erfüllen, ihr wet eich regelmäßig boden, sorgen vor der Auswurzelung von Unflath, afod as ihr sollt rein und sauber sein und bleiben, also sicherer wet ihr vun der verbrechlicher Mako[12]) befreit werden, denn wenn der Winter wet kummen und unsere Verordnungen wellen noch nicht, wie gehörig, befolgt sein, dann wet die Krankheit und das Sterben sicher noch tausendmal ärger sein.

Denkt wegen eiere lieben Kinder, as sei sollen gesund bleiben, denkt wegen eiere Eltern! Seht, as mit'n derhalten sei beim Leben sollt ihr die heilige Pflicht vun Kibbud av veim[13]) erfüllen. Mir sogen eich nur dem reinen emes[14]). Jedes Leben, wos wet fallen als korbun[15]), weil ihr wet nicht genug reinlich sein, wet Gott vun eich fordern. Der Herr Gott werd eich aber tausendfach benschen[16]), wenn ihr wet seine Geboten erfüllen und ihr werd eich durch'n Sorgen for eier und anderer Leben, wie er will, das Recht auf Gan-Eden[17]) verdienen.

Die medizinische Abteilung
bei der Zivilverwaltung in Warschau.

c) Bakteriologische Untersuchungen.

Zur bakteriologischen Feststellung von Infektionskrankheiten bediente sich die Verwaltung zunächst der im Lande vorhandenen militärischen bakteriologischen Institute und nahm auch die preußischen Institute in Beuthen, Breslau und Posen in Anspruch. Seit dem Jahre 1916 aber führte das Hygienische Institut in Lodz für das Gebiet links der Weichsel (22 Kreise) die bakteriologischen Prüfungen allein aus, während das Gebiet rechts der Weichsel zunächst noch durch die militärischen

[1]) Art. — [2]) sogar. — [3]) Lumpen. — [4]) Fußboden. — [5]) vor allem. — [6]) gastfreundlich. — [7]) Herbergen. — [8]) beinahe. — [9]) Glück. — [10]) Gott behüte. — [11]) Fluch. — [12]) Plage. — [13]) Ehre von Vater und Mutter. — [14]) Wahrheit. — [15]) Opfer. — [16]) segnen. — [17]) Paradies.

Institute in Warschau, in Thorn und Bialystock und durch die Medizinaluntersuchungsämter der Verwaltung in Plock und Ostrolenka versorgt wurde. Im Jahre 1918 ließen aber auch 14 Kreise rechts der Weichsel ihre Untersuchungen in dem Lodzer Institut ausführen. Der Plan, auch in Warschau eine bakteriologische Abteilung in dem hierselbst zu errichtenden staatlichen Hygienischen Institut zu schaffen, ist bereits oben erwähnt worden. Bis dahin wurden im dortigen militärischen Untersuchungsamte und den zweckmäßig geleiteten kleinen bakteriologischen Laboratorien einiger großen Krankenhäuser und des Städtischen Gesundheitsamtes die notwendigsten bakteriologischen Arbeiten geleistet, oder auch das Lodzer Institut hierzu herangezogen.

In den beiden bakteriologischen Abteilungen des Hygienischen Instituts in Lodz wurden im Betriebsjahre 1916 zu 1917 14166, im zweiten Geschäftsjahre 23911 und vom März bis Ende September 1918: 6394 bakteriologische Untersuchungen angestellt. Darunter konnte die Weil-Felixsche Probe zur Erkennung des Fleckfiebers mit 96% positivem Ergebnis und auch die Paulsche Frühdiagnose der Pocken als eine wertvolle Bereicherung der Untersuchungsmethoden bezeichnet werden. Bei der Weil-Felixschen Reaktion, die zwischen dem 9. und 20. Tage am meisten Wahrscheinlichkeit bietet, Fleckfieberfälle zu erkennen, war der positive Ausfall (1 : 200) entscheidend, der negative schloß Fleckfieber nicht aus. Trotz der angestrengten Tagesarbeit kam die wissenschaftliche Forschung nicht zu kurz. So gingen aus dem Institut mehrere bemerkenswerte Arbeiten deutscher und polnischer Mitglieder hervor, wie über die Weil-Felixsche Reaktion, die experimentelle Pockendiagnose, über Desinfektions- und Entlausungsverfahren, über einen pathogenen Stamm aus der Typhus-Koli-Gruppe, über Dysagglutination, über die Rekurrensspirochaeten, Fleckfieber, Vakzinetherapie bei bazillärer Ruhr u. a. [1]).

Als Maßstab für die Verbreitung der Infektionskrankheiten in Polen mag hier noch die Tatsache angeführt werden, daß das Blutserum einer überaus großen Zahl von Patienten gleichzeitig auf Fleckfieber (Weil-Felix), Typhus, Paratyphus und Ruhr positiv reagierte. In manchen Fällen beherbergte das Blut dabei auch noch die Rekurrensspirochaete. Bei Prüfung auf Typhus wurde daher in erster Linie immer auf den Nachweis von Bazillen im Blute Wert gelegt, worin nach den Feststellungen des Instituts drei- bis viermal häufiger Bazillen gefunden wurden, als in Stuhl und Urin zusammen. Ein positiver Typhus-Widal trat mit positivem Weil-Felix anscheinend nur dann gemeinsam auf, wenn der Kranke früher Typhus überstanden hatte oder schutzgeimpft war oder wenn eine Mischinfektion vorlag.

d) Absonderungshäuser.

Zur Absonderung jedes Falles der genannten Infektionskrankheiten (abgesehen von einzelnen Scharlach- und Diphtherie-Fällen) und bei Cholera, Fleckfieber und Pocken auch der unmittelbar Ansteckungsverdächtigen wurden im Verwaltungsgebiete zahlreiche Absonderungshäuser eingerichtet und hierzu meist leerstehende Kasernen und sonstige fiskalische Gebäude benutzt. Anderwärts erbauten die Kreise massive

---

[1]) Dr. Wolf, Professor Croner, Dr. Sterling, Sterlinzanka, Skalski, Margulis.

Baracken zu diesem Zwecke. Einigemale lieh auch die Militärverwaltung Doeckersche Baracken her, wo in abgelegenen Ortschaften Seuchen plötzlich und heftig auftraten. Zur Unterbringung der Kranken sind bis zum 1. Januar 1918 rund 120 Seuchenspitäler entstanden. Auch wurden in zahlreichen bestehenden Krankenhäusern Isolierabteilungen geschaffen. Für die unmittelbar Ansteckungsverdächtigen wurden 160 Quarantänehäuser begründet. Manche der Seuchenspitäler, wie in Czenstochau, Minsk-Mazowiecki, Siedlce u. a. stechen von großstädtischen Instituten nicht ab; die meisten waren einfach gehalten, alle aber entsprachen ihrem Zweck vollkommen. Auf dem Grundstück des Kreiskrankenhauses in Wloclawek wurden 4 große Isolierbaracken für Tuberkulose, Typhus, Scharlach und Pocken geplant, von denen eine bei Beendigung der Verwaltung bereits im Bau war. In Grojec wurde eine Baracke zu 50 Betten errichtet, zu der die jüdische Gemeinde die Einrichtungsgegenstände zu billigen Preisen besorgte.

Die Quarantäne- und Seuchenhäuser sind mit einem Stacheldrahtzaun von der weiteren Umgebung abgesperrt und mit besonderem Wartepersonal versehen worden.

e) Leichenwesen.

Über Leichenschau ist oben unter Nr. 11 Seite 611 das Nötige gesagt.

Als Stimmungsbild über die Zustände im Leichenwesen der jüdischen Bevölkerung sei folgender Bericht des Kreisarztes Dr. Hübner, Warschau vorangeschickt:

„Unter Führung des Kirchhofsintendanten Gleichgewicht habe ich heute die Leichenhalle und den Friedhof der jüdischen Gemeinde an der Gesiastraße besichtigt.

Infolge des jüdischen Feiertages hielt sich eine große Menschenmenge vor und in dem Friedhofe auf. Vor der Leichenhalle standen die Personen so dicht, daß nur mit Mühe hindurchzukommen war.

Wir begaben uns in den Waschraum für männliche Leichen. Der Flur wie auch der Waschraum selbst war mit Menschen dicht gefüllt, die den Leichenwaschtisch umdrängten. Auf dem Tische lag eine Leiche, welche von 6 Männern in weiße Leinentücher gehüllt wurde. Die Männer hatten ihre gewöhnlichen Kleider an, darüber teils Überzieher, teils Kaftans, und arbeiteten, lamentierend und sich unterhaltend, an der Leiche herum, wobei sie naturgemäß mit der Körperoberfläche der Leiche dauernd in Berührung kamen. Die Zuschauer verließen auf meine Aufforderung den Waschraum.

Inzwischen war der Tote völlig in Tücher gewickelt und wurde auf eine neben dem Waschtisch stehende Bahre geschleppt. Zwei der Leichenwäscher hoben die Bahre auf und trugen sie hinaus. Keiner von ihnen machte Anstalten sich zu waschen. Auf meine Frage, ob die Leichenwäscher sich nicht reinigten, antwortete der Intendant, man hätte zu diesem Zwecke Sublimat und Seife. Ein älterer Jude brachte darauf eine Karaffe mit einer milchigen Flüssigkeit, die als Sublimat bezeichnet wurde. Diese Hantierungen erfolgten nicht durch berufsmäßige oder angestellte Leichenwäscher, sondern durch Mitglieder eines Begräbnisvereins.

Eine Wascheinrichtung wurde weder in der Leichenhalle noch in den Nebenräumen gesehen.

Einer der Leichenwäscher bohrte sich unmittelbar, nachdem er sich an der Leiche zu schaffen gemacht hatte, mit dem Finger in der Nase.

Der Fußboden des Waschraums war mit Wasserlachen bedeckt, die offenbar vom Abwaschen der Leiche stammten. In diesen Lachen hatte das zahlreiche Publikum herumgetreten.

Der Waschraum für Frauen war leer. Der Fußboden war hier ebenfalls naß und voller Schmutz, der von den Stiefeln der auch dort sich umhertreibenden Begräbnisgäste herrührte.

In einem weiteren Raume der Leichenhalle standen gegen 40 schwarze Kisten, die die Särge vorstellten. Sie sollten den Zweck haben, Leichen vom Sterbehause nach der Halle zu transportieren. Der Intendant gab an, daß auch infektiöse Leichen in den Kisten transportiert würden. Es fände in diesem Falle eine Desinfektion der gebrauchten Kisten statt. Auf die Frage, womit die Desinfektion gemacht würde, wurde eine Karaffe herbeigebracht, deren Inhalt als Carbol bezeichnet wurde.

Bei unserem Gang nach dem Friedhofe wurde gerade auf einer Bahre, dicht von Menschen umdrängt, in beschleunigtem Tempo eine mit einem schwarzen Tuch bedeckte Holzkiste dahingetragen. Erkundigungen ergaben, daß es sich um die Leiche eines an Fleckfieber Verstorbenen handelte. Die Kiste wurde in ein bereitstehendes Grab versenkt. An der schwarzen Decke machten sich sogleich 3—4 Personen unter lebhaftem Gespräch sorglos zu schaffen.

Es wurden sodann Ermittelungen darüber angestellt, ob auch infektiöse Leichen den rituellen Waschungen unterlägen. Aus den viel gewundenen Antworten des Intendanten war zu ersehen, daß lediglich die Fleckfieberleichen ohne Waschung der Erde übergeben würden. Typhus-, Ruhr-, Scharlach-, Diphtherie- und andere infektiöse Leichen wurden gewaschen und zwar in denselben Räumen wie alle anderen Toten."

Von der polnischen Bevölkerung wurden vielfach die Särge mit Kinderleichen auf Droschken befördert, ein Verfahren, das der Verbreitung von Seuchen Vorschub leisten mußte. Auch sah man auf dem Lande nicht selten, wie Angehörige und Freunde des Verstorbenen den Sarg weite Strecken auf den Schultern zum Beerdigungsplatze trugen.

Da es zur Zeit der Russenherrschaft eigentliche Seuchenspitäler kaum gab, und der Medizinalbeamte um die Seuchenverhütung sich nicht kümmerte, lag es in der Hand des Krankenhausarztes, in die allgemeinen Hospitäler aufgenommene und darin verstorbene infektiöse Kranke zur Überführung in die Heimat freizugeben. Er war dann aber verpflichtet, die Leiche an den Überführungsort zu begleiten und für die notwendigen Vorsichtsmaßregeln bei der Beerdigung Sorge zu tragen. Dieser Verpflichtung aber kamen, wie wir erfuhren, nur wenige nach.

Um nun zu verhüten, daß durch Leichen Infektionskrankheiten weiter verbreitet würden, ist eine Polizeiverordnung erlassen worden, die folgendes vorschrieb:

„Die infektiösen Leichen müssen ohne vorherige Waschung und Umkleidung in Tücher mit einer desinfizierenden Flüssigkeit gehüllt und in dichte Särge mit aufsaugendem Inhalt gelegt werden. Der Sarg ist sofort zu verschließen und darf nicht wieder geöffnet werden. Das sogenannte „Mangeln" der jüdischen Leichen, d. h.

Darmeingüsse und Ausdrücken des Darminhalts durch Massage des Leibes ist verboten. Der Transport der eingesargten Leichen muß auf einer Trage oder einem Wagen, der nicht dem öffentlichen Verkehr dient, erfolgen; die Bahre und der Transportwagen sind in geeigneter Weise zu desinfizieren. Die Leiche ist nach der Einsargung sofort in ein Leichenhaus zu überführen und innerhalb von 24 Stunden auf dem nächsten Begräbnisplatz der Kultusgemeinde zu beerdigen. Ausstellung der Leiche im Sterbehause oder der Kirche, Leichenschmaus und Totenwache sind untersagt." Viele Ortschaften haben daraufhin einfache Leichenhallen erbaut oder leerstehende Häuser zu diesem Zwecke in Benutzung genommen. Im Polizeibezirk Lodz wurde in diesen Leichenhallen ein heizbarer Raum für gerichtliche Leichenöffnungen vorgesehen. In Lodz richtete der Kreisarzt neben dem Zentralseuchenhaus ein städtisches Prosektorium ein, das für infektiöse und nicht infektiöse Leichen besondere Räume erhielt.

In Warschau streikte anfangs 1918 das jüdische Beerdigungspersonal. Die Fleckfieberleichen wurden zwar beerdigt, aber die sonst Verstorbenen lagen acht Tage in den Wohnungen, ehe sie von Freiwilligen bestattet wurden.

f) Gesundheitliche Überwachung der aus dem östlichen Kampfgebiet im Jahre 1916 abtransportierten Zivilbevölkerung und der im Jahre 1918 nach Polen heimkehrenden Rückwanderer.

Die abtransportierte Zivilbevölkerung wurde in militärischgeleiteten Quarantänelagern untergebracht und dort gegen Cholera und Pocken schutzgeimpft. Nach Überstehen einer dreiwöchigen Beobachtung wurden sie meist den rechts der Weichsel gelegenen Kreisen zur Fürsorge überwiesen und in den Ortschaften verteilt. Diese sogenannten „Flüchtlinge", größtenteils Juden und Weißrussen, bildeten ein gesundheitlich sehr störendes Element. Bei ihren schmutzigen Lebensgewohnheiten verlausten sie sehr schnell wieder und wurden vielfach von Fleckfieber, Typhus und anderen Infektionskrankheiten befallen. Nach dem Friedensschluß mit Rußland im Frühjahr 1918 ließ man diese Personen wieder in ihre Heimat zurückkehren, soweit sie sich nicht inzwischen als Arbeiter nach Deutschland hatten vermitteln lassen.

Gegen die Einschleppung von Seuchen aus Rußland durch die von dort im Jahre 1918 zurückkehrenden Landeseinwohner wurde Vorsorge getroffen. Die deutschstämmigen Rückwanderer, von denen viele nach Deutschland weiterreisten, mußten sich zunächst einer Quarantäne von 23 Tagen, später von 10 Tagen in den militärischen Konzentrationslagern zu Ossowiec, Ostrolenka, Modlin und im Lager Hindenburg bei Warschau unterwerfen. Die polnischen Rückwanderer machten im Lager von Siedlce eine fünftägige Beobachtung durch. In den Lagern wurden die Ankömmlinge entlaust. Die nach Deutschland reisenden Personen wurden noch einmal an der Landesgrenze, die in Polen bleibenden im Heimatsort vom Ungeziefer befreit. Alle wurden sie auch der Pockenschutzimpfung durch Militärärzte, Kreisärzte oder auch einheimische praktische Ärzte unterzogen und zwar in den Lagern oder an den Zwischenstationen, oder in den Kreisen selbst. Wie notwendig die Pockenimpfung war, ist aus den häufigeren Pockenfällen zu schließen, die sich in den militärischen Quarantänelagern

sofort ereigneten. Endlich wurde auf den Antrag der Medizinalverwaltung in den Lagern auch eine Besichtigung auf Geschlechtskrankheiten ausgeführt. Die Kranken erhielten in der Liste, die von dem Transportleiter bei der Ablieferung des Transportes dem Kreischef übergeben wurde, einen Vermerk. Danach setzte eine ärztliche Behandlung in den Kreisen ein. Im ganzen war der Erfolg der gesundheitlichen Überwachung gut zu nennen. An Fleckfieber erkrankten am Heimatsort 28, an Cholera 6, an Pocken 13, an Ruhr 5, an Typhus 1, an Scharlach 9, an Körnerkrankheit und Malaria je eine Person.

II. Besondere Bekämpfungsmaßregeln bei einzelnen Krankheiten.

a) Fleckfieber.

Der preußische Generalchirurgus Mursinna[1]), der von 1794—1795 in Südpreußen tätig war, berichtet, daß in diesen Jahren das Fleckfieber — zu jener Zeit Faulfieber genannt — Truppen und Bevölkerung entsetzlich verheerte.

Aus den im Hauptstaatsarchiv zu Warschau lagernden Akten der preußischen Verwaltung von 1793—1806 geht hervor, daß damals das Fleckfieber in Polen recht verbreitet war. So sind in den Jahren 1800—1806 in der heutigen Provinz Posen und in den Kreisen Kalisch und Turek sehr zahlreiche Fälle von Fleckfieber gemeldet worden. Auch der staatswissenschaftliche Bericht des Kammerdepartements Warschau von 1805 teilt mit, daß die Russen Faulfieber in den Bezirk eingeschleppt hätten. 1806 und 1807 beobachtet Hufeland Flecktyphus in Rußland und Polen. In den Lazaretten von Wilna und beim Rückzuge von Moskau (1812—1813) wurden die napoleonischen Heere in Rußland stark von der Seuche heimgesucht. Im Krimkriege verloren die Russen 800000 Mann an „Kriegstyphus".

In welchem Umfange in den Jahren der Russenherrschaft in Polen des Fleckfieber verbreitet war, ist nicht zu ermitteln. Sicher ist, daß es in Lodz und Warschau immer endemische Fleckfieberherde gab, die aus dem Handelsverkehr mit Fleckfiebergouvernements im Innern des eigentlichen Rußlands einstmals entstanden waren, und in dem verlausten, zumeist jüdischen Proletariat sich glimmend hielten. Bei der Übernahme von Lodz und Warschau in die Zivilverwaltung fanden wir Fleckfieber in diesen Städten bereits vor. Nach der seit dem Jahre 1880 geführten Statistik des Warschauer städtischen Gesundheitsamtes herrschte in Warschau das Fleckfieber mindestens seit dieser Zeit. Im Jahre 1892 z. B. starben 24 Personen, 1893 18 Personen auf 100000 Einwohner. In anderen Jahren war die Sterblichkeit angeblich bedeutend niedriger. Doch ist es höchst wahrscheinlich, daß zahlreiche Sterbefälle an Fleckfieber unerkannt blieben.

Daß die Laus (Kleiderlaus) die Krankheit von dem kranken auf den gesunden Menschen überträgt, ist erst während des Krieges als unumstößliche Tatsache festgestellt worden.

---

[1]) Mursinna, Neue medizinisch-chirurgische Beobachtungen. Berlin 1796. Verlag von Himburg, besprochen in der Zeitschrift der Historischen Gesellschaft für die Provinz Posen 1895.

Nach unseren Erfahrungen kannten viele einheimische Ärzte, vor allem aber die Feldschere die Krankheitserscheinungen nicht. Das Fleckfieberexanthem z. B. wurde oft als Läuse- und Wanzenstiche bezeichnet[1]). Zur Zeit der deutschen Verwaltung noch entpuppten sich zahlreiche Fälle, die als Typhus, Scharlach und Influenza angesehen waren, als Fleckfieber. Zugegeben muß dabei werden, daß im Einzelfalle die Frühdiagnose schwierig sein kann. Einige Male konnten wir auch Mischinfektionen von Typhus mit Fleckfieber und von Fleckfieber mit Rückfallfieber beobachten. Die Erkrankung befiel in Polen beide Geschlechter in gleichem Umfange, jüngere Individuen häufiger als ältere. Die Erkrankung der Kinder hatte dabei eine besondere sanitätspolizeiliche Bedeutung. Die Kinder fiebern zwar ebenso lange wie die Erwachsenen, zeigen aber öfters nicht die schweren klinischen Erscheinungen wie diese, besonders von seiten des Zentralnervensystems. Manchmal fehlt sogar das Exanthem. Diese Fälle bleiben somit leicht verborgen, sind aber für die Verbreitung der Infektion um so gefährlicher. Wir sahen fleckfieberkranke Kinder verhältnismäßig munter auf der Straße herumlaufen.

Von Lodz und Warschau nun, wo die Seuche in der Kriegszeit stürmisch anschwoll, verbreitete sie sich unmittelbar oder mittelbar über das ganze Land.

Hauptsächlich beteiligten sich hieran die jüdischen Bettler, die in monate-, ja selbst jahrelanger Wanderschaft im Lande umherzogen und zu neun Zehnteln verlaust waren. Je größer die Ernährungsschwierigkeiten in Warschau und Lodz wurden, in umso größeren Scharen verließen die Bettler und brotlos gewordenen Industriearbeiter ihren Wohnsitz, begaben sich, nomadenhaft nach neuen Futterplätzen suchend, zunächst in die kleinen Städte, und als es auch hier an Nahrungsmitteln gebrach, in die Dörfer. Die Bettler nächtigten bei ihren Glaubensgenossen, in den jüdischen Herbergen, in Stallungen und Küchen bei den polnischen Bauern und schleppten so die Fleckfieberläuse, die, einmal infiziert, wahrscheinlich während ihres ganzen Lebens Träger der Fleckfieberkeime bleiben[2]), von Ort zu Ort. Dadurch entstanden in den kleinen Städten und allmählich auch in den Dörfern Fleckfieberherde, aus denen durch den Verkehr nach anderen Ortschaften hin die Infektionen weiter getragen wurden. Die höllische Verschmutzung und enge Belegung der Wohnungen in den Judenvierteln gab für die Weiterverbreitung der Läuse und des Fleckfiebers einen überaus günstigen Boden ab. Hier fand man Wohnungen mit einem Minimum an Licht und Luft, in ihnen zerklüftete verfaulte Dielen, wenn nicht gar nur einen Lehmestrich, verschmutzte, rissige Wände, verschmutzte Betten, in ihnen Strohsäcke, deren Stroh, jahrelang nicht erneuert, allmählich zu Häcksel zerrieben war, morsches Mobiliar, schmutzstauende Vorleger und Teppiche, Vorhang- und Gardinenfetzen, deren ursprüngliche Farbe vor Schmutz nicht mehr zu erkennen war, in allen Winkeln Unrat, Gerümpel und Lumpen.

[1]) Man wurde hierbei an die Beschreibung des Fleckfiebers als Morbus pulicaris des alten Cardanus (Pavia 1545) oder an die „maculae pulicum aut cimicum morsui similes“ des Ambroise Paré (1568) erinnert. Bekanntlich verwüsteten mindestens seit dem 16. Jahrhundert große Fleckfieberepidemien ganz Europa. Im 20. Jahrhundert war nur noch in Galizien, Rußland und den Balkanländern die Seuche nicht erloschen.

[2]) Rocha-Lima: Die Übertragung des Rückfallfiebers und Fleckfiebers. Deutsche mediz. Wochenschrift, Berlin, 1919, Nr. 27.



In Räumen von einigen 20 Kubikmetern hausten 8—10 armselige Menschen, die die Nacht zu drei und vier in einem Bette oder auf schmierigem Lumpenhaufen zubrachten. Da gab es dann überall Läuse, Flöhe und Wanzen. Läuse fand man im Bett und Strohsack, in den Lumpen, die von den Läuseeiern oft weiß gefärbt erschienen, unter den Tischdecken, in den Kleidern, in den Perücken der Frauen, den Bärten der Männer. Säuglinge und Greise waren verlaust. Anderswo waren zahlreiche Wohnhäuser durch die Kriegsereignisse oder die planmäßige Zerstörung, die die abziehenden russischen Truppen im eigenen Lande verübten, vernichtet worden. Die übriggebliebenen oder allmählich zurückkehrenden Familien mußten nun in den wenigen noch benutzbaren Wohnungen, oder zunächst in Unterständen und Erdhöhlen Unterschlupf finden. Bei einer solchen Anhäufung von Menschen auf kleinstem Raum wurde der Übertragung von Ungeziefer und Krankheit jeder Vorschub geleistet.

Rechts der Weichsel trugen auch vielfach die aus der Kampfzone z. B. aus der Gegend von Pinsk abtransportierten verlausten Juden und Weißrussen, die trotz Verteilung auf die Dörfer der Kreise öfters vagabondierend umherzogen, das Fleckfieber weiter. Ferner wanderten im Frühjahr 1917 Tausende von Kleinbürgern und Handwerkern aus Lodz und Warschau auf das Land ab oder wurden durch den polnischen Haupt-Hilfsausschuß, um der Not in den großen Städten abzuhelfen, ausgesiedelt und verschleppten nicht selten Fleckfieber in die neue Heimat. Im Jahre 1918 brachten auch die zahlreichen Rückwanderer aus Rußland Fleckfieber nach Polen mit. Ständig war endlich der Zuwachs an Erkrankungen, besonders durch den Schmugglerverkehr mit dem östlich anstoßenden Etappengebiet und dem Generalgouvernement Lublin, das wegen seiner besseren Bodenbeschaffenheit und des Mangels an Großstädten reichlicher Lebensmittel zur Verfügung hatte als das deutsche Verwaltungsgebiet. Wie wir später erfuhren, herrschte Fleckfieber all' die Jahre auch im ganzen östlichen Kampfgebiet wie in Litauen, in Wolhynien und Podolien.

Sehr günstig für die Verbreitung des Fleckfiebers waren ferner die Winter der Jahre 1915—16 und 1917—18, ganz besonders aber der Winter des Jahres 1916—17. Die langanhaltende furchtbare Kälte namentlich des letzteren Winters und der immerwährende Mangel an Kohlen[1]) zwang die frierenden Menschen dicht zusammen und veranlaßte sie, zum Schutz vor der Kälte selbst mit zerlumpten Kleidungsstücken sich dicht einzuwickeln und zu bedecken, in denen nunmehr die Kleiderläuse sich lebhaft vermehrten.

Auch muß man annehmen, daß durch die allmählich immer knapper werdende Ernährung die Widerstandskraft der Bevölkerung gegen die Infektion herabgesetzt wurde. Insofern konnte man die in früherer Zeit übliche Bezeichnung „Hungertyphus" statt Fleckfieber auch in Polen brauchen, wo allerdings die Sterblichkeit zur Zeit der deutschen Verwaltung niemals den Umfang wie in den von Murchison erwähnten Epidemien annahm.

Im Jahre 1915—16 entfielen durchschnittlich 95% der Erkrankungen auf die jüdische Bevölkerung; im Jahre 1918 waren es immer noch 80%. Die übrigen

[1]) Häufige Streiks im Kohlenrevier Dombrowa.

5—20% der Erkrankungen bezogen sich zunächst auf deutsche oder polnische Ärzte, auf Feldschere, Krankenpflegepersonen, Seuchenhauswärter, Desinfektoren, Waschfrauen, Dienstboten in jüdischen Familien, Personen, die mit jüdischen Familien in einem Hause wohnten oder ausgiebig mit Juden Handel trieben oder mit den jüdischen Wanderbettlern durch das Land zogen und so die schmutzigen Lebensgewohnheiten der Juden angenommen hatten. Im Jahre 1918 erst waren auch unter der polnischen seßhaften Landbevölkerung zahlreichere Erkrankungen zu verzeichnen, woran Bettler und Rückwanderer wesentlich die Schuld trugen.

Daß die jüdische Bevölkerung von jeher am meisten vom Fleckfieber ergriffen wurde, beweist der im Lande gebräuchliche Name „Judenfieber“ (statt Fleckfieber) zur Genüge. Die Gründe dafür sind die unhygienischen Wohnungen und der Mangel an Reinlichkeitssinn bei den Juden. In gewisser Weise sind für die Verbreitung der Laus auch einige Eigenheiten des jüdischen Ritus haftbar zu machen.

Zunächst wäre der Kaftan zu erwähnen, ein Kleidungsstück, das den Träger fast bis zu den Knöcheln umhüllt und Luft und Licht vom Körper abschließt. Sodann begünstigt der lange Bart und der auch sonst üppige Haarwuchs das Festsetzen der Laus. Die Perücke, welche die strenggläubigen Frauen nach ihrer Verheiratung tragen, ist ebenfalls eine für die Läusenachzucht günstige Brutstätte. Der Andrang von Gläubigen in den räumlich oft sehr beschränkten Synagogen und Bethäusern veranlaßt, daß die dichtstehenden Beter bei den zur Andacht gehörigen, steten Verneigungen des Oberkörpers die Läuse an den Nachbar abstreifen. Dasselbe geschah in den Badehäusern, wo gleichzeitig oft zwanzig Mann, in einem kleinen Bassin mit kloakenhaftem Wasser nebeneinanderstehend, ihre rituellen „Waschungen“ vornahmen, nachdem sie ihre Kleider unordentlich in irgend einem Winkel aufeinandergeworfen hatten. Die Läuse krochen von dem einen Kleidungsstück auf das andere über oder gelangten mit dem Badewasser auf die Haut derer, die von dem Ungeziefer noch frei waren.

Überhaupt aber zeigt sich bei den ärmeren Juden eine derartige Vernachlässigung ihres Äußern, daß selbst junge Mädchen mit verwirrtem, zotteligem Haupthaar, mit schmutzigen, zerrissenen Kleidern und ungewaschen umherlaufen und so verlaust sind, daß sie sich alle Augenblicke jucken und kratzen müssen. Offenbar werden sie hierdurch für ihre jungen Glaubensgenossen nicht weniger begehrenswert.

Auf den Landstraßen sieht man jüdische Männer, Frauen und Kinder jeden Alters mit Lumpen bekleidet, ihr Hab und Gut im Ränzel auf dem Rücken tragend, vor Schmutz starrend und vollkommen verlaust von Ort zu Ort wandern, um ihr Leben zu fristen.

Auf langen Leiterwagen, die mit dürren Kleppern bespannt sind, fahren, dicht gedrängt aneinandersitzend, um möglichst billig zu reisen, jüdische Hausierer und Kaufleute, z. B. Lebensmittelaufkäufer, von einem Ort zum andern, um ihre Handelsgeschäfte zu besorgen. Bei den wenigen Eisenbahnlinien in Polen ist der Verkehr zu Wagen sehr ausgedehnt. Den „Judenfuhren“ begegnet man Tag und Nacht auf allen Wegen. Da selbst diese sozial besser gestellten Schichten der Juden sehr häufig verlaust sind, schleppen auch sie die Läuse und so die Seuche von Ort zu Ort. Besonders spielte ferner der nur von Juden betriebene Handel mit Lumpen und getragenen

Kleidungsstücken und das Verarbeiten von Lumpen und alten Pelzwaren zu Mützen und Schuhen bei der Weiterverbreitung der Laus eine unheilvolle Rolle.

Endlich pflegen die Landbewohner bei den vielfach jüdischen Handwerkern wie Schneidern, Schuhmachern usw. auf die Herstellung von Reparaturen in den Wohnstuben, die gleichzeitig als Werkstätte dienen, zu warten. Sie setzen sich in den schmutzigen Räumen irgendwo hin und nehmen Läuse mit nach Haus. Die Handwerker wiederum erkranken an Fleckfieber, weil bei ihnen die jüdischen Wanderarbeiter ihre verlausten Kleidungsstücke und das Schuhzeug in Ordnung bringen lassen. Häufig waren Fleckfiebererkrankungen bei dem Personal der jüdischen Herbergen.

Mehrfach führte auch der Verkehr mit verlausten Prostituierten, unter denen jüdische Mädchen sich häufig befinden, zu Infektionen mit Fleckfieber.

Der Pole dagegen ist zumeist Landwirt und darum seßhaft. Er hält sich in der Regel auch aus Abneigung von den Juden fern. Von Natur aus aber ist er sauberer als der Jude, seine Wohnung freundlicher und reinlicher. So erklärt es sich, daß bei den Polen weit seltener Fleckfieber vorkommt als bei den Juden. Wie schon erwähnt, verschob sich allerdings dieses Bild allmählich, als der Mangel an Seife, Wäsche und dergl. auch den reinlichen Leuten im Lande es fast unmöglich machte, die nötige Sorgfalt auf Körper und Wohnung zu verwenden. Im Verwaltungsgebiet rechts der Weichsel sind aber auch die polnischen Bauern in der Reinlichkeit noch weit zurückgeblieben.

Im ganzen sind vom Beginn der Verwaltung bis zu ihrem Ende 77712 Fleckfiebererkrankungen mit 6775 Todesfällen gemeldet worden. Davon entfielen auf das Jahr 1915: 1244, 1916: 1628, 1917: 29616 und 1918 (bis zum 1. November): 30567 Erkrankungen. Die Sterblichkeit betrug im Jahre 1915: 6,8, 1916: 9,2, 1917: 7,8 und 1918: 9,3 %, schwankte also nicht unbeträchtlich. In der Zeit vom 20. November 1915, d. h. vom Beginn der Epidemie bis zum Ende des Jahres 1916 betrugen die Erkrankungen in Lodz und Warschau zusammen rund 50 % aller Fälle im ganzen Verwaltungsgebiet. Vom Jahre 1917 bis in den März 1918 beteiligte sich Warschau an sämtlichen Erkrankungen allein mit etwa 50 %, in den beiden letzten Wochen des Juni sogar mit 60—66 %.

Die durchschnittliche Sterblichkeit an Fleckfieber in Warschau und Lodz betrug in der Zeit vom 20. November 1915 bis 1. Oktober 1916 bei Kindern bis zum 13. Lebensjahre 1,1 %. Die übrigen Lebensalter wiesen eine Sterblichkeit von 12,5 % auf, wobei die Sterblichkeitszahlen für das mit Tuberkulose sehr verseuchte Lodz am höchsten waren (17,2 %)[1]). In Warschau starben in der Zeit vom 1. Januar 1917 bis zum 30. April 1918 13,4 % der erkrankten Christen und 6,4 % der erkrankten

[1]) Manche sonstigen Einzelheiten über das Fleckfieber in Polen, z. B. bezüglich klinischer Erscheinungen, wie der Gangrän, bakteriologischer und pathologisch-anatomischer Befunde, bezüglich der Beteiligung der Kopflaus an der Übertragung u. a. habe ich in der Monatsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, Verlag von Vieweg, Braunschweig, im Jahre 1917 mitgeteilt. Auch auf die Arbeit von Hübner und v. Glinski „Zur Diagnose des Fleckfiebers an der Leiche usw." in den Veröffentlichungen aus dem Gebiete der Medizinalverwaltung. VIII. Band, 10. Heft 1918, wird hingewiesen.



jüdischen Leute. Ferner hatten die intelligenten Kreise einen höheren Anteil an der Sterblichkeit als die einfachen.

Diese hohe Erkrankungsziffer bildete ständig eine große Gefahr für die preußischen Grenzprovinzen, für die Besatzungstruppen und das kämpfende Heer. Es mußten daher ganz außerordentlich eingreifende Maßnahmen getroffen werden, um die Gefährdung auf das geringste Maß zu beschränken.

Die Bevölkerung wurde in den Amtsblättern alle 14 Tage auf die Anzeigepflicht bei Fleckfieber und Fleckfieberverdacht von neuem aufmerksam gemacht. Zuwiderhandlungen gegen die Anzeigepflicht wurden aufs strengste bestraft.

In die besonders gefährdeten Bezirke wurden ärztliche Fleckfieberkommissare mit ausgedehnten Vollmachten gesandt, so nach Wloclawek (Kreise Wloclawek, Nieszawa, Kolo, Lipno) und nach Siedlce (Kreise Siedlce, Wengrow, Sokolow, Lukow).

Der Fleckfieberkommissar in Wloclawek sorgte mit einem geschulten Personal für die Entlausung der von weither den Bug, den Narew und die Weichsel hinabfahrenden zahlreichen Flößer in einer schwimmenden Entlausungsanstalt auf der Weichsel. Allein in den Jahren 1916 und 1917 wurden 10327 Personen entlaust, von denen rund $^2/_3$ mit Kleiderläusen behaftet waren. Mehrfach sind fleckfieberkranke Flößer auf den Traften vorgefunden worden.

Eine Entlausung der aus dem verseuchten Kreise Kolo die Warthe hinabfahrenden Flissaken fand in Konin und eine Nachrevison in Peisern kurz vor dem Übertritt über die preußische Grenze statt.

Der Reiseverkehr in den Polsterklassen der Eisenbahn und mit den Weichseldampfern nach Deutschland und im Lande wurde nur gegen eine von den Kreisärzten oder Militärärzten ausgestellte Bescheinigung, daß der Betreffende frei von Läusen bezw. entlaust sei, zugelassen. Die Abgabe der Entlausungsscheine an die einheimische Bevölkerung aber wurde im Ganzen erheblich eingeschränkt, damit das übermäßige Hin- und Herreisen, namentlich der jüdischen Bevölkerung, zurückginge. Zeitweilig wurden manche Grenzkreise vom Verkehr mit Preußen gänzlich abgesperrt, schwer verseuchte Ortschaften aber auf Wochen von jedem Verkehr völlig abgeschlossen.

Als im Januar 1916 für das Verwaltungsgebiet die Verordnung über die Meldepflicht zureisender Personen erlassen war, wurde bestimmt, daß diese zur Verhütung der Einschleppung von Fleckfieber in die Städte und Dörfer einer gesundheitlichen Überwachung, gegebenenfalls der Entlausung zu unterwerfen seien. Auch die auf den Bahnhöfen und den Haltestationen der Dampfschiffe ankommenden Reisenden wurden in diesem Sinne unter Kontrolle gestellt.

Die Besucher des staatlichen Soolbades Ciechocinek sind in den Betriebsjahren 1916 bis 1918 bei ihrem Eintreffen auf Ungeziefer untersucht und im Bedarfsfalle entlaust worden. Wie nötig dies war, geht daraus hervor, daß z. B. von den 8400 Kurgästen, die im Jahre 1917 das Bad aufsuchten, 1700 verlaust waren.

Die Ausfuhr von Arbeitern und die Rückkehr Beurlaubter nach Deutschland fand nur nach gründlichen Vorsichtsmaßregeln statt. Die Arbeiterzentrale in Berlin wurde ständig darüber auf dem laufenden erhalten, wo die Anwerbung von Arbeitern zu unterbleiben hatte. Als bei dem außerordentlichen Bedarf an Arbeitskräften im

Jahre 1917 mehr auf jüdische Arbeiter zurückgegriffen werden mußte, wurde zunächst für Fleckfieberorte die Aushebung gesperrt. In Warschau und Lodz erstreckte sich die Sperre auf die Fleckfieberviertel. Zu Beginn des Jahres 1918 aber mußte bei der gewaltigen Ausdehnung der Epidemie besonders in der jüdischen Bevölkerung jede Aushebung jüdischer Arbeiter untersagt werden. Dies konnte um so eher geschehen, da die jüdischen ungelernten Arbeiter in Deutschland sich nicht als brauchbar erwiesen hatten, oft träge und unzuverlässig waren, ihre Arbeitsstellen heimlich verließen und nach den Großstädten sich zogen, wo sie unterzutauchen versuchten. Als aus Deutschland beurlaubte jüdische Arbeiter trotz aller Vorsichtsmaßregeln sich beim Besuche ihrer Angehörigen im Verwaltungsgebiet mit Fleckfieber infizierten, dann an ihrer deutschen Arbeitsstelle erkrankten und Infektionen ihrer Umgebung hervorriefen, wurde bestimmt, daß nach Polen beurlaubte Leute hier auf die Dauer zurückzubleiben hätten und daß man auch kontraktbrüchig Gewordene nicht mehr nach Deutschland zurückbefördern dürfe. Diese gewiß einschneidende Bestimmung konnte, als das Fleckfieber im Sommer 1918 außerordentlich nachließ, wieder aufgehoben werden. Die Aushebung der übrigen Arbeiter erfolgte so, daß aus Fleckfieberhäusern und völlig verseuchten Ortschaften von den im Lande tätigen Arbeitsämtern niemand vermittelt wurde. Über diese Frage hatten sich die Ämter mit dem Kreisarzte ständig im Einvernehmen zu halten. Alle in den Kreisen ausgehobenen Arbeiter wurden beim Grenzübertritt im Verwaltungsgebiet entlaust. Die Arbeiter aus Warschau wurden am Heimatsort saniert und in geschlossenen Trupps zur Landesgrenze befördert. Alle aus Deutschland beurlaubten Arbeiter mußten den Kreischefs gemeldet werden. Die Kreisärzte bestimmten, ob aus seuchenpolizeilichen Gründen ein Urlauber im Lande vorläufig zurückzubleiben hätte. Vor ihrer Rückkehr an die Arbeitsstelle wurden sie sämtlich an der Grenze, nach Bedarf auch vorher noch in dem Heimatskreise entlaust. Die Urlauber aus dem stark verseuchten Warschau wurden regelmäßig in dieser Weise zweimal einer Sanierung unterzogen.

Die unmittelbare Bekämpfung des Fleckfiebers ging so vor sich:

Die kranken und krankheitsverdächtigen Personen wurden getrennt in den Seuchenspitälern untergebracht, dort mehrmals entlaust und ärztlich behandelt[1]). Die Genesenen wurden anfangs erst nach völliger Abschuppung entlassen, um auch nach dieser Richtung hin vorsichtig zu sein. Später fand bei nicht komplizierten Fällen, entsprechend den neueren Erfahrungen über die Fleckfieberübertragung die Entlassung 10, dann 5 Tage nach der Entfieberung und nach nochmaliger Entlausung statt. Der alte Erfahrungssatz, in Fleckfieberkrankenhäusern die Fenster geöffnet zu halten, um weitere Ansteckungen zu verhüten, scheint uns durch die Feststellung, daß bei weniger als 24° Celsius die Parasiten in der Laus nicht zur Entwicklung gelangen, nunmehr wissenschaftlich begründet.

Die unmittelbar ansteckungsverdächtigen Personen sonderte man in den Quarantänehäusern auf wenigstens 3 Wochen ab, da die Inkubationszeit des Fleckfiebers sich häufiger selbst auf 25 Tage belief. Die Leute wurden hierselbst wiederholt entlaust

---

[1]) Im Zentral-Fleckfieberkrankenhaus zu Wloclawek konnten wir dem Fleckfieberforscher Professor Dr. Rocha-Lima reichliches Material zu monatelangem Studium zur Verfügung stellen.

und täglich durch einen Feldscher auf ihre Körpertemperatur kontrolliert. Man ermittelte so noch eine überaus große Zahl von Erkrankungen. Diese wurden in die Seuchenspitäler überführt. Trotz der großen Schwierigkeiten, wie sie die Verpflegung und Bewachung der vielen Menschen mit sich brachte, ist diese Maßnahme überall strenge durchgeführt worden. Im Jahre 1918 trat hierin für die größeren Städte eine gewisse Abänderung ein. Es wird in dem Abschnitt der Fleckfieberbekämpfung in Warschau näher darauf eingegangen werden. Während der Quarantänezeit erhielten die Häuser Warnungstafeln oder wurden mit einem schwarzen Kreuz bezeichnet, die Wohnungen wurden geschlossen und erst kurz vor Entlassung der Ansteckungsverdächtigen aus der Quarantäne entlaust, da man annehmen konnte, daß in der Zwischenzeit ein größerer Teil der Läuse und ihrer Larven bereits verhungert war.

Die mittelbar Ansteckungsverdächtigen wurden mit ihrer Kleidung in besonderen Entlausungsanstalten saniert. Die Medizinalverwaltung errichtete bis zum 1. Oktober 1918 allein 188 solcher Anstalten. Sie durfte sich ferner der 7 großen militärischen Anlagen an den Grenzen des Landes und zunächst auch der meisten kleinen militärischen Anstalten in den Standorten der Besatzungstruppen bedienen. Späterhin wurden letztere aus Besorgnis der Übertragung von Läusen auf die Soldaten uns nicht mehr überall zur Mitbenutzung überlassen.

Die Entlausungsanstalten der Verwaltung enthielten eine reine und eine unreine Seite mit getrennten Eingängen, Warteräume, den Scherraum, Auskleideräume, Douchen- und Wannenbad und die Ankleideräume. Die Wäsche wurde in ein Gefäß mit Kresolseifenlösung getan, die Kleider in dem Dörrofen oder einem Dampfdesinfektionsapparat bei 100 ° eine Stunde lang untergebracht. Ledersachen, wie Pelze und Stiefel, wurden in den Öfen bei 80—90 ° vom Ungeziefer befreit. Die Anstalten hatten eine Tagesleistung von 100—1500 Personen und waren einfach, aber zweckentsprechend ausgestattet. Mehrfach ist in den Ortschaften im Einverständnis mit der Gemeinde eine Hälfte des jüdischen rituellen Badehauses in dieser Weise umgestaltet worden. Neben den eigentlichen Entlausungsanstalten richtete man auch in den Seuchenspitälern, den Quarantänehäusern und den Gefängnissen noch einfachere Entlausungsanlagen ein.

Während der Sanierung der mittelbar Ansteckungsverdächtigen wurden ihre Wohnungen vom Ungeziefer befreit und gereinigt, indem man die Wände mit Kalkmilch tünchte, Fußboden und Mobiliar mit 5 %iger Kresolseifenlösung energisch scheuerte, alte Lumpen, Strohsäcke mit Inhalt, und Gerümpel auf dem Hofe verbrannte und wertvollere Kleidungsstücke, Betten und dergl. in einem auf den Hof gefahrenen Dampfdesinfektionsapparat entseuchte. Solange Schwefel oder Salforkose zu erhalten war, wurden die Wohnräume nach Abdichtung ausgeschwefelt. In derselben Weise wurde gegen Ende der Quarantänezeit auch in den Wohnungen der unmittelbar Ansteckungsverdächtigen durch die Entlausungs- und Desinfektionskolonnen vorgegangen. Umzüge aus Fleckfieberhäusern wurden bis auf sechs Wochen nach dem letzten Fall verboten. Ebenso durften während dieser Zeit gebrauchte Polstermöbel, Betten, Kleidungsstücke und dergl. aus den Häusern nicht verbracht werden.

Neben dieser Einwirkung auf die nähere und weitere Umgebung bei Fleckfieberfällen sind, um die Bevölkerung zur Reinlichkeit anzuhalten und dem massenhaften Ungeziefer die Lebensbedingungen wenigstens zu schmälern, in den Jahren 1916 bis 1918 große planmäßige und häufig wiederholte Reinigungsaktionen in den Judenvierteln der Städte und allgemein in schmutzigen Behausungen, ja sogar Säuberungen von ganzen Ortschaften ausgeführt worden. Hierbei hatten die Bewohner selbst alle 14 Tage Haus für Haus, Raum für Raum, alles Mobiliar und jedes Gerät zu reinigen und zu putzen, nachdem ihnen durch das frühere Vorgehen der Sanierungstruppe bewiesen war, daß selbst die ärmlichste Wohnung sich von Schmutz befreien und sauber halten läßt. Unter anderem waren die Fußböden mit kochendem Wasser zu scheuern, die Wände zu kalken und Lumpen zu verbrennen. Der Reinigung wurden auch die jüdischen Religionsschulen, die Bethäuser, die Synagogen, Badeanstalten, Gastwirtschaften, Teestuben und Kaufläden unterzogen. Wohnungen, die bei der Kontrollbesichtigung in sauberem Zustande waren, brauchten erst nach 8 Wochen wieder gründlich gereinigt zu werden. Strenge Bestrafungen wurden bei Unsauberkeit verhängt. Läuseverdächtige Personen, insbesondere die Bewohner von Häusern, in denen mehrfach Fleckfieber sich ereignet hatte, wurden zum Bezuge der Brotkarten und zu den Garküchen erst nach gründlicher Entlausung zugelassen. Im Jahre 1918 wurden diese Maßnahmen noch verschärft und eine allgemeine Polizeiverordnung hierüber für das ganze Land erlassen. Besonders schmutzige Einwohner und Wohnungen, die nach einer erstmaligen Reinigung wiederum verlaust waren, wurden auf eine Liste gesetzt, alle 8 Tage einer neuen Reinigung unterworfen und von der Liste erst gestrichen, wenn mehrmalige Kontrollen Sauberkeit ergaben.

Die heranwachsende Jugend wurde auch in der Schule zur Reinlichkeit erzogen (s. Abschnitt „Schulhygiene"). Die Prostituierten, auf die weitaus die meisten Erkrankungen der Soldaten zu beziehen waren, wurden ebenfalls regelmäßig entlaust.

So wurden vom 1. Juli 1916 bis 1. Oktober 1918 $3^1/_4$ Millionen Menschen entlaust und 481000 Wohnungen gesäubert. Im Verwaltungsgebiete zählte man im Jahre 1913 etwa 1250000 jüdische Einwohner, von denen die größte Zahl kulturell auf sehr tiefer Stufe steht und denen vorzugsweise der Begriff Reinlichkeit beizubringen war. Bei den Wohnungsreinigungen und den Entlausungen der Personen kamen manche interessante Machenschaften ans Tageslicht. Man fand massenhafte, zu Spekulationszwecken aufgestapelte Lebensmittelvorräte, verbotene Spiritusbrennereien, heimliche Kornmühlen und stellte fest, daß häufig die Hausverwalter Brotkarten für Mieter beantragt und erhalten hatten, die tatsächlich nicht vorhanden waren.

Leider traten öfters, besonders in dem schweren Winter 1916/1917, erhebliche Stockungen in der Kohlenversorgung der Entlausungsanstalten infolge von Mangel an Eisenbahnwagen und geringer Förderung in den Bergwerken ein, die Wasserleitungsrohre barsten, frisches Mauerwerk zerfiel, die Dampfdesinfektionsapparate wurden schadhaft, Ersatzstücke mußten aus Deutschland in langwierigem Ausfuhrverfahren herbeigeholt werden, kurz: die systematische Entlausungsarbeit erlitt öfters unliebsame Unterbrechungen. Überhaupt hatte ja die Medizinalverwaltung in der Beschaffung von Bau- und Einrichtungsmaterial, dem Bezuge von Apparaten u. a. mit Schwierig-

keiten fast unausgesetzt und oft genug bis zum Verzagen zu kämpfen. Die außerordentlich schwierige Arbeit der Kreisärzte wurde zudem oft durch die Unzuverlässigkeit und Bestechlichkeit des einheimischen niederen Medizinalpersonals, auf das sie vorzugsweise angewiesen waren, und die geringe Schulung und Bequemlichkeit der einheimischen Handwerker lahm gelegt. Ferner wurde der unbeschreibliche Mangel an Wäsche, Kleidern, Seife und Soda für die Entlausungen der Bewohner allmählich ein kaum zu überwindendes Hindernis.

Über den Verkehr mit Lumpen, getragenen Kleidungsstücken usw. wurde eine Verordnung erlassen, die das Sammeln und die Ausfuhr verbot, wenn nicht eine Desinfektion des Materials vorangegangen war. Von den Interessenten wurden an mehreren Orten eigene Dampfdesinfektionsapparate zu diesem Zwecke beschafft. Die zugelassenen Lumpenhändler wurden alle 4 Wochen von den Kreisärzten auf Verlaustheit kontrolliert.

Das Aussiedelungsamt in Warschau und in Lodz, sowie die jüdische „Hilfskommission für Kriegsopfer" in den beiden Städten wurde angewiesen, sich bezüglich der Auswahl der Bewohner ständig mit dem Kreisarzt in Verbindung zu halten, um Fleckfieberverschleppungen zu vermeiden. Aus Warschau wurden vom 1. März bis 1. Oktober 1917 11 616 christliche und 2 258 jüdische Personen ausgesiedelt. Von diesen Personen verblieben 87 % im Generalgouvernement Warschau. Auch die Unterbringung großstädtischer Schulkinder auf dem Lande (in Warschau im Jahre 1917 etwa 7 000) unterlag der Aufsicht der Kreisärzte.

Besonders schwierig gestaltete sich die hygienische Beeinflussung der jüdischen Wanderbettler. Trotz energischer Versuche, die Bettler durch Unterbringen in Gefängnisse und Arbeitshäuser, durch Einreihung in Zivilarbeiterbataillone, durch Abschieben in die Heimatsgemeinde, durch Zwangsarbeit von dem Umherwandern abzuschrecken, nahm das Übel durch die Steigerung der Ernährungsschwierigkeiten und den Mangel an Verdienst noch weiter zu. Während auf den Gutshöfen und in den Dörfern vor dem Kriege wöchentlich 2—3 Bettler um Almosen ansprachen, waren es jetzt 30—40. Hier und da tauchten ganze Bettlerscharen, die in glühender Sonnenhitze und in eisigem Schneesturm ihre Straße zogen, gleichzeitig auf und forderten unter Drohungen, denen die Bauern aus Angst vor Brandstiftung, Diebstählen oder sonstigen Gewalttätigkeiten nachgaben, Lebensmittel und Nachtquartier. Auf einzelnen Gütern richtete man aus schlechtverstandener Menschenfreundlichkeit sogar besondere Küchen für diese Landstreicher ein, zog damit aber nur noch mehr des Gesindels herbei, das sich durch entlaufene Kriegsgefangene und Banditen ständig vermehrte. Der Aufruf einer Gruppe angesehener Rabbiner an die jüdische Bevölkerung, die Schmarotzer und Faulenzer nicht mehr zu unterstützen, sondern sie zur Arbeit zu verweisen, vermochte nicht viel zu helfen. Die Arbeitsleistung der zwangsmäßig beschäftigten Bettler war zudem gering, so daß die Behörden und Gemeinden mit ihnen nur wenig anzufangen wußten. Die jüdischen Männer in Polen sind bekanntlich auch im Durchschnitt schwächlich, so daß sie anstrengende körperliche Arbeiten kaum leisten können. Außerdem befinden sich unter den Bettlern auch nicht wenige schwachsinnige Personen und Krüppel.

Überall die Bettler auf den von den Kreisärzten ermittelten Hauptverkehrsstraßen, die sie gewohnheitsmäßig von Stadt zu Stadt benutzen, etwa durch regelmäßige

militärische Patrouillen aufgreifen und gefangensetzen zu lassen, hätte selbst, wenn man über die nötigen Hilfskräfte hierzu verfügte und Mißgriffe vermieden worden wären, bei dem überraschend schnellen Nachrichtendienst in der Bettlerschaft (z. B. Zeichen an Häusern oder Zäunen) nur die Vertreibung der Leute auf Schleichwege und ein noch stärkeres Überfluten der abgelegenen ländlichen Gemeinden zur Folge gehabt. Dies mußte also vermieden werden, da sonst das Fleckfieber noch mehr in die Dörfer eingeschleppt worden wäre, wo man bei dem Mangel an gesundheitlichen Einrichtungen es nur schwer wieder hätte unterdrücken können. Man mußte die Bettler somit auf den bekannten Bettlerstraßen in die Städte einziehen lassen, wo Überwachung, Sanierung, Unterbringung in Krankenhäusern und dergl. durchzuführen war. Die Aufnahme von Bettlern in Privatquartiere wurde allgemein verboten. Die zuwandernden Personen waren somit gezwungen, zur Nacht die Herbergen aufzusuchen, wenn sie es, wie besonders im Sommer, nicht vorzogen, bei „Mutter Grün" zu übernachten. Solche Herbergen wurden nun auf Anordnung der Medizinalverwaltung planmäßig als Beobachtungsstationen eingerichtet und in gesundheitliche Kontrolle genommen. In manche wurde eine eigene Entlausungsanstalt eingebaut. Auch wurden vielfach von den jüdischen Gemeinden in den Städten für die Bettler billige Küchen und Kleiderabgabestellen begründet, die durch Vermittlung der jüdischen Beiräte der Verwaltung aus Deutschland, Dänemark und Schweden Unterstützungen an Geld und Kleidungsstücken und von den Kreisverwaltungen billige Lebensmittel erhielten. Erst nach Entlausung und der Aussonderung Krankheitsverdächtiger durften die Bettler in diesen Herbergen übernachten und in den Küchen gespeist werden. Am nächsten Übernachtungsort erwartete sie die gleiche Vorsichtsmaßnahme. Durch diese netzartig über das Verwaltungsgebiet verteilten Beobachtungsstationen, von denen am 1. Oktober 1918 215 vorhanden waren, sind sehr viele Fleckfieberfälle (auch Rückfallfieber) ermittelt und eine Unzahl von Bettlern der Sanierung teilhaftig geworden. Wie lebhaft der Verkehr in den Herbergen war, geht z. B. daraus hervor, daß in den Monaten April bis Juli 1917 3068 Wanderbettler allein in der jüdischen Herberge des kleinen Städtchens Rypin übernachteten. Leider verlausten die Bettler bald wieder.

In den Städten sorgten regelmäßige unvermutete Fahndungen der Polizeiorgane dafür, daß auf den Straßen die Bettler und überhaupt zerlumpte und läuseverdächtige Personen aufgegriffen und den Entlausungsanstalten zugeführt wurden.

In den Gefängnissen und in den allgemeinen Krankenhäusern wurden alle neu Aufgenommenen entlaust, in ersteren, wo irgend möglich, zur Quarantäne auf 3 Wochen in den Einzelzellen gehalten.

Die Geistlichen wurden gebeten, auf die Gefahren der Aufnahme von Bettlern in die Wohnungen hinzuweisen. Die Kreisärzte verfaßten populäre Artikel für die Tageszeitungen. Besprechungen der Kreisärzte mit den Pfarrern, Rabbinern und Lehrern haben diesen die maßgebenden Gesichtspunkte im Kampfe für Reinlichkeit und gegen das Fleckfieber klar gemacht. Die Rabbiner verkündeten die Vorschriften des jüdischen Merkblattes den Gemeinden von der Kanzel und die Lehrer sprachen sie mit den Kindern in den Schulen durch. Besonders wurde auch gegen den im Lande herrschenden Aberglauben vorgegangen, daß „derjenige recht gesund sei, der viel Läuse hätte, da

sich an einem kranken Menschen Läuse nicht aufhielten". In der Tat verlassen ja die Kleiderläuse den Körper des fiebernden Fleckfieberkranken, indem sie dann aber nur um so gefährlicher für die Umgebung werden. Häufig erschwerte eine hartnäckige Widerspenstigkeit der Juden die Durchführung der Entlausung. Sie konnten es nicht verstehen, daß man bei einer für sie allerdings ziemlich ungefährlichen Krankheit Maßnahmen traf, die so tief in ihre Lebensweise eingriffen, und waren geneigt, daraus nur eine neue Bedrückung ihrer Glaubensgenossen zu lesen. Die Aufklärung versagte also und nur der Zwang brachte Nutzen.

Durch diese Bekämpfungsmaßregeln konnte das Fleckfieber wenigstens im Zaume gehalten werden. Nach dem günstigen Boden, der sich ihm für die Weiterverbeitung bot, hätte es, sich selbst überlassen, einen vernichtenden Umfang angenommen, besonders auch unter den deutschen Truppen und Beamten verheerend gewirkt und Anlaß zu vielen Einschleppungen nach Deutschland gegeben. Trotz der größten Mühe, die wir uns mit der unmittelbaren und mittelbaren Bekämpfung gaben, war es uns immer klarer geworden, daß wir das Fleckfieber während der Okkupationszeit nicht ausrotten konnten. Die schmutzigen, tief eingewurzelten Gewohnheiten, namentlich der jüdischen Bevölkerung waren in einer so kurzen Spanne Zeit unmöglich aus der Welt zu schaffen, zumal während des Krieges und bei dem Mangel an ausreichend vielen und zuverlässigen Polizeiorganen. Jahrzehnte auch von Friedensjahren werden vergehen, ehe mit der Hebung der allgemeinen und persönlichen Kultur die Laus und damit das Fleckfieber in Polen verschwindet. Das Menschenmögliche aber geschah, um die Seuche kurz zu halten, und es konnten auch wesentliche lokale Erfolge erzielt werden.

Die in Lodz seit Beginn der Verwaltung ausgeführten energischen Maßnahmen bewirkten, daß die Seuche außerordentlich zurückging und sich schon seit Mitte des Jahres 1916 andauernd in sehr mäßigen Grenzen hielt.

Die Stadt Warschau unterstand vom Tage der Eroberung, dem 5. September 1915 bis zum 1. Oktober 1916 gesundheitlich nicht der Zivilverwaltung, sondern war dem Gouvernementsarzte anvertraut. Die bis zur Übernahme durch die zivile Medizinalverwaltung für die Fleckfieberbekämpfung getroffenen Einrichtungen genügten aber keineswegs für eine Stadt von einer Million Einwohnern, unter denen sich etwa 350000 Juden befanden. Es galt nun hier gegen die immer mehr zunehmende Seuche die notwendigen Einrichtungen erst zu schaffen. Allmählich wurden so 1300 Betten für Fleckfieberkranke, 876 Betten für Ansteckungsverdächtige in 2, noch weiteren Raum gewährenden Quarantäneanstalten gewonnen, 12 Entlausungskolonnen von je 11 Mann mit 12 fahrbaren großen Dampfdesinfektionsapparaten gebildet, und neben den vorhandenen 2 kleinen Entlausungsanstalten eine sehr große mit einer Tagesleistung von 1500 Personen eingerichtet. Die Kosten der Fleckfieberbekämpfung beliefen sich im Etatsjahre 1917 auf rund 3 ½ Millionen Mark.

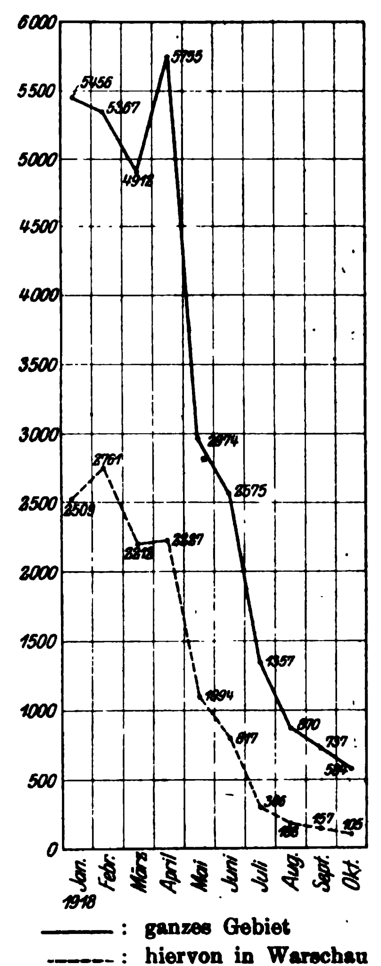
Als im Winter 1917—1918 die Seuche erheblich anschwoll, wurden gewaltige Reinigungsaktionen in sämtlichen Milizbezirken der Stadt, mit den Fleckfiebervierteln angefangen, ins Werk gesetzt. Das städtische Gesundheitsamt unter seinem neuen, von uns bereits in Lods erprobten, tatkräftigen Leiter Dr. Trenkner veranlaßte

nach eingehenden Beratungen mit der Medizinalverwaltung eine großzügige Propaganda durch Plakate an den Häusern und in den Wagen der elektrischen Bahn, durch Vorträge in den Kinos und durch Aufdrucke auf den Brotkarten, sicherte sich die Unterstützung der wohlhabenden jüdischen Kreise auch bezüglich der Hergabe von Geld und Kleidungsstücken, vermehrte die Entlausungsanstalten auf 6, stellte eine große Menge von Kontrollpersonen zur Überwachung der Wohnungsreinigungen ein, verabfolgte an die arme Bevölkerung Sodalösung und Holzwolle zur Körperreinigung, Holz zum Kochen des Reinigungswassers, Kresolnatron, Kalk und Chlorkalk zur Desinfektion, stellte unentgeltlich Badegelegenheiten zur Verfügung, kurz, tat alles Zweckdienliche. Die Medizinalverwaltung gab aus ihren Mitteln eine Beihilfe von 200000 Mark. Der Kreisarzt von Warschau erhielt ein ausreichendes ärztliches Hilfspersonal zur Kontrolle der städtischen Maßnahmen. Dies Verfahren war ja nun, allerdings ins Riesige vergrößert, das Übliche. Nur in der Beobachtung der unmittelbar ansteckungsverdächtigen Personen mußte eine Änderung eintreten, da es auf die Dauer unmöglich war, für die Menschenmassen in den Quarantänehäusern die Nahrungsmittel herbeizuschaffen und der Stadt die Kosten dafür aufzubürden. Wenn man bedenkt, daß von Januar bis April 1918 wöchentlich durchschnittlich 550 Neuerkrankungen auftraten, kann man sich die ungeheure Zahl der auf 21 Tage zu beobachtenden, aus sechs bis achtköpfigen Familien stammenden Personen leicht berechnen. Es wurde daher folgender Versuch gemacht: Alle Angegehörigen und Wohnungsgenossen der Fleckfieberkranken oder die sonst unmittelbar Ansteckungsverdächtigen wurden auf 4 Tage dem Quarantänehause zugeführt und hier bei der Einlieferung und Entlassung gründlichst entlaust; zweimal täglich wurde ihre Körpertemperatur festgestellt. Wer Fieber hatte, kam ins Fleckfieberspital. Die vier Tage genügten, um die Wohnungen durch geschultes Personal gründlich zu sanieren. Die im Quarantänehaus gesundgebliebenen Personen kehrten nun in die entlauste Wohnung zurück. Hier wurde siebzehn Tage lang täglich zur bestimmten Stunde ihre Temperatur gemessen. Eine Liste der Bewohner war vorher schon aufgestellt, so daß niemand verheimlicht werden konnte. Die Messungen wurden durch ein sehr zahlreiches, eigens zu diesem Zwecke zusammengebrachtes freiwilliges Hilfspersonal ausgeführt, das sich aus Damen der Intelligenz, Studenten, Krankenpflegern und Feldscheren zusammensetzte. In der übrigen Tageszeit durften die zu Beobachtenden die Wohnung verlassen, ihren Geschäften nachgehen und so selbst für ihren Lebensunterhalt sorgen. Nur die fiebernden Personen schieden aus und gelangten in das Fleckfieberhospital, zunächst zur Beobachtung. Dieser Weg, der aus wirtschaftlichen Gründen beschritten werden mußte, und den ich, wie ich zugebe, nur zagend beschritt, führte zum Ziel. Die Leute waren froh, der eintönigen Haft im Quarantänehause entronnen zu sein und fanden sich zur festgesetzten Kontrollzeit vollzählig in ihren Wohnungen vor.

Nun etwa diese Einrichtung, die sich in Warschau bewährt hatte, im ganzen Lande zuzulassen, wäre ein schwerer Fehler gewesen. Für das flache Land mußte es wegen der kaum zu sanierenden Wohnungen und des Mangels an zuverlässigem Hilfspersonal bei der bisherigen erprobten Regelung verbleiben. Dies galt im all-

gemeinen auch für die kleinen Städte. Erst im Herbst 1918, als das Fleckfieber erheblich abgenommen hatte, wurde den Kreisärzten und Seuchenkommissaren anheimgestellt, in den größeren Städten diese Methode anzuwenden, wenn die notwendigen Voraussetzungen erfüllt wären.

Die Bekämpfung des Fleckfiebers in Warschau war von erheblichem Erfolg begleitet. Trotz der großen Zahl von Rückwanderern aus Rußland nahm die Seuche rapide ab. In der Woche vom 27. Januar bis 2. Februar 1918 wurden 856 neue Erkrankungen, in der Woche vom 30. September bis 5. Oktober nur noch 15 gemeldet. Vom 4. August bis 1. November ereigneten sich wöchentlich durchschnittlich nur 36 Neuerkrankungen.



Auch im gesamten Verwaltungsgebiet ging das Fleckfieber sehr zurück. Von 1558 Neuerkrankungen in der letzten Januarwoche 1918 bis zu 94 Fällen in der ersten Oktoberwoche wurde ein weiter Abstand offenbar. Besonders günstig war auch im Vergleich zum Vorjahr die geringe Zahl von Erkrankungen, mit der man in den Winter eintrat.

Nebenstehende Kurve läßt den Erfolg der Bekämpfungsarbeit in Warschau und im gesamten Verwaltungsgebiet erkennen.

Trotz der starken im Interesse der Kriegsindustrie und Landwirtschaft unumgänglich notwendigen Ausfuhr von polnischen Arbeitern nach Deutschland (bis 30. September 1917 etwa 220000 Mann) erkrankten daselbst an Fleckfieber nur sehr wenige und riefen noch seltener Infektionen in der deutschen Bevölkerung hervor. Die Gesamtzahl der vom 1. Januar 1916 bis zum 31. Dezember 1917, also während eines Zeitraums von 2 Jahren, an Fleckfieber erkrankten Soldaten der zeitweilig einem starken Wechsel unterworfenen Besatzungstruppen betrug 101, d. i. etwa 1,6 auf das Tausend. Im Jahre 1918 waren es noch ganz erheblich weniger. Zum Schutz der deutschen Soldaten und Beamten gegen Verlausung ließ die militärisch geleitete Straßenbahn in Warschau besondere Wagen fahren.

Nach dem Aufhören der Deutschen Medizinalverwaltung in Polen und dem Abtransport der deutschen Truppen und ihrer Ärzte aus Littauen und der Ukraine scheinen leider die dortigen politischen Ereignisse die energische Fortsetzung des Kampfes gegen das Fleckfieber wesentlich gehindert zu haben. Die fortwährenden Wirren, die jene Länder erfüllten und der Freiheitsrausch, dem jedermann heute fröhnt, sind wohl auch nicht dazu angetan, die erforderlichen Zwangsmaßnahmen wie die Entlausung und Absonderung der Ansteckungsverdächtigen selbst da peinlich

durchzuführen, wo wie im ehemaligen deutschen Verwaltungsgebiet Medizinalbeamte und die Kampfmittel vorhanden waren. Mit diesen Maßregeln steht und fällt nun einmal die Fleckfiebertyphusbekämpfung. Vielleicht aber war in der Tat auf der Stätte unserer früheren Wirksamkeit bei geöffneten Grenzen ein Massenansturm der Einschleppungen von außerhalb nicht zu bewältigen. Zeitungsnachrichten[1]) zufolge hat das Fleckfieber in den genannten Ländern und in Galizien im Winter 1918 zu 1919 ungeheuerlich zugenommen. Auch in Rumänien, Serbien und dem neuen jugoslawischen Staate ist die Seuche so angeschwollen, daß das benachbarte Österreich aufs ernsteste gefährdet wurde und die österreichische Gesellschaft vom Roten Kreuz in Wien wegen der Bedrohung von ganz Mittel- und Westeuropa das Internationale Komitee vom Roten Kreuz dringend um Hilfe anging.

Aus dieser Pandemie in Polen, Litauen und der Ukraine stammen die vielen, seit dem Dezember 1918 erfolgten Einschleppungen nach Deutschland, das bis dahin von Fleckfieber nahezu frei gehalten werden konnte. Zunächst betrafen die Erkrankungen heimgekehrte Soldaten, deutsche Rückwanderer und polnische Landarbeiter, die nicht entlaust waren; später aber erkrankten auch zahlreiche einheimische Zivilpersonen. Nach den Veröffentlichungen des Reichsgesundheitsamtes ereigneten sich vom 1. Dezember 1918 bis 3. Mai 1919 im Ganzen 1980 Erkrankungen, und noch jetzt findet die Seuche weiter Eingang in fast alle Bundesstaaten Deutschlands, besonders natürlich in die Ostprovinzen Preußens. Die Unterjochung Deutschlands durch die Ententemächte hat die polnische Grenze näher an die Mitte unseres unglücklichen Vaterlandes herangerückt. Die Gefahr weiterer Verseuchung mit Fleckfieber ist damit auch für spätere Jahre als außerordentlich brennend zu bezeichnen und erfordert im Interesse beider Länder am besten ein großzügiges gemeinsames Vorgehen für die Friedenszeit.

b) Cholera.

Zu russischer Zeit war die Cholera ein häufiger Gast in Polen. Sie wurde zumeist von Rußland eingeschleppt, hielt sich dann aber jahrelang im Lande, bis sie erlosch. Bei den großen Cholerazügen im 19. Jahrhundert und früher ereignete es sich auch, daß Polen, nachdem die Seuche dort aufgehört hatte, wieder rückläufig befallen wurde.

---

[1]) Nach dem Krakauer „Czas" aus dem Mai 1919 ereigneten sich in den ersten Monaten des Jahres 1919 in Polen, Galizien und Wolhynien monatlich 10000 Todesfälle an Fleckfieber. Professor Jodlewski verlangte von der polnischen Regierung 2—300 Millionen Kronen für einen wirksamen Kampf gegen die Seuche, zumal die amerikanische, von Warschau ausgesandte gesundheitliche Expedition nichts erreichte. Man brauche 3—5000 Desinfektionsapparate, 10000 Hilfspersonen und ebensoviel Pferde, müsse aber schnell handeln, sonst sei ein erschreckender Verlust an Volkskraft unvermeidlich. Das Ministerium für Volksgesundheit bat die Bischöfe, die Pilgerfahrten nach Czenstochau zu untersagen, da sonst dem Lande eine gräßliche Seuchengefahr drohe.

Eine interalliierte medizinische Mission wurde auf Ersuchen des polnischen Gesundheitsministeriums im Sommer 1919 nach Polen entsandt. Amerika und England haben den größten Teil ihrer Entlausungsvorrichtungen an Polen verkauft und stellen 550 Offiziere und freiwilliges Sanitätspersonal zur Verfügung (Deutsche med. Wochenschrift Nr. 31, 1919).

Folgende Übersicht über Erkrankungen und Todesfälle in Kongreß-Polen sei vorausgeschickt. Die Zahlen vor 1918 werden eher höher als niedriger angenommen werden müssen. Bis zum Jahre 1910 sind die Ziffern aus polnischen Quellen angeführt.

Jahr	Erkrankungen	darunter Todesfälle
1831	22718	13105
1837	5	1,7
	auf 1000 Einwohner	
1848	46080	21923
dazu in Warschau	4287	1678
1851	108733	48579
dazu in Warschau	11042	4707
1853	10346	4255
1854	3206	1806
1855	75958	38725
1864	?	18000
1866	39789	16733
1867	27018	11265
1871	4959	1685
	Gouv. Lomza, Kalisch, Petrikau	

Jahr	Erkrankungen	darunter Todesfälle
1872	12033	5280
1873	37586	16248
1894	3300	?
in Warschau und Lublin		
1905	355	220
1910	32 Fälle	?
	im Gouv. Lublin	
1914-15	1000	
Gouv. Kielce		
1915	123	(soweit bekannt geworden).
Russisch-Polen links der Weichsel inkl. Warschau		
1918	13	6
Generalgouv. Warschau	ferner 6 Bacillenträger	

In den Jahren 1831, 1871, 1905 und 1915 wurde sie von russischen Truppen, im Jahre 1848 von Flößern auf der Weichsel aus Galizien, 1863 von Odessa, 1892 aus Rostow am Don durch den Handels- und sonstigen Reiseverkehr eingeschleppt. Wie ungeheuer die Verwüstungen waren, die die Seuche hervorrief, geht aus der angeführten Tabelle hervor. In den Jahren 1848—1855 verminderte sich die Bevölkerung infolge der Cholera um mindestens 200000 Einwohner.

Als die deutschen Heere nach Hindenburgs Rückzug im November 1914 wieder in Polen vordrangen, fanden sie mehrfach Infektionen der Zivilbevölkerung vor, die offenbar durch die russischen Truppen gesetzt waren. So ging bei der seit dem 5. Januar 1915 in Posen befindlichen Zivilverwaltung für Polen Mitte Januar vom Feldsanitätschef Ost die Nachricht ein, daß man in Konin, Krosniewice, Kutno, Piontek, Sieradz, Lodz, Pabianice, Lowicz, Lyskowice, Skierniewice, Skierniewka-Prawa und Czenstochau im ganzen 102 Cholerafälle in der Zivilbevölkerung festgestellt habe. Es war der Lage der Orte entsprechend somit in einem ausgedehnten Gebiete Polens links der Weichsel Cholera vorhanden. Der Zivilverwaltung war damals das Gebiet noch nicht zugänglich. Die Bekämpfung dieser Fälle aber erfolgte militärischerseits so gründlich, daß sie völlig unschädlich gemacht wurden. Später war im Gebiet links der Weichsel Cholera in der Zivilbevölkerung nur in Warschau aufgetreten. Hier ereigneten sich vom 5. August, dem Tage der Eroberung, bis Ende 1915: 18 Erkrankungen mit 11 Todesfällen (= 61,1 %, Sterblichkeit). Auch hier gelang es, eine weitere Gefahr zu beseitigen.

Ende August 1915 verstarb ein Landsturmmann aus Sawierze im Czenstochauer Seuchenlazarett an einer Mischinfektion von Ruhr und Cholera. Er hatte wohl bei

Ausübung der Bahnwache die Choleraerreger aufgenommen, die bei den vielen österreichischen Truppentransporten auf dieser Linie zwischen die Gleise gelangt waren. Sehr zahlreiche bakteriologische Untersuchungen der Truppe und in der Zivilbevölkerung ergaben keinerlei Bacillenträger. Der Fall blieb vereinzelt.

Im Gebiet rechts der Weichsel wurden die 1915 von den Truppenärzten angetroffenen Cholerafälle in Jablonna, Modlin, Nasielsk, Pultusk, Lukow und Siedlce und anderen Orten ebenso gründlich bekämpft, bevor die Übergabe der Kreise an die Zivilverwaltung erfolgte.

Die Medizinalverwaltung hatte bereits im Juni 1915 auf die Nachricht, daß zahlreiche Cholerafälle im russischen Heere und in der Zivilbevölkerung des Landes, besonders in Orten an der Weichsel, dem Bug und Narew aufgetreten seien, eine Choleraüberwachung über den damals in deutschen Händen befindlichen Weichsellauf von Plock bis zur westpreußischen Grenze eingerichtet. In Plock, Wloclawek und Nieszawa wurden große Krankenhäuser für Cholerakranke und Verdächtige mit Dampfdesinfektionsapparaten bereitgestellt und eine genaue Gesundheitskontrolle aller Personen auf den Schiffen und Flößen durch Cholera-Überwachungsärzte ausgeübt. In Wloclawek und Plock wurde je ein bakteriologisches Laboratorium begründet. Der leitende Cholera-Überwachungsarzt erhielt deutsche Hafenpolizeibeamte als Hilfe. Ferner wurde ihm ein Motorboot der Weichselflottille zur Verfügung gestellt, mit dem er an die Schiffe und Flöße heranfahren konnte, so daß auf diese Weise ein unnötiger Aufenthalt militärisch wichtiger Transporte unterblieb.

Es wurden ferner im Verlaufe des Stromes zahlreiche Anlegestationen zur Entnahme von einwandsfreiem Trinkwasser (Abessynierbrunnen) und von Kalk zur Desinfektion der Fäkalien für die Schiffe und Flöße eingerichtet und durch Tafeln mit weithin sichtbarer Schrift gekennzeichnet.

Das Merkblatt „Wie verhält sich der Schiffer und Flößer bei Cholera?" wurde ins Polnische übersetzt und in vielen Tausenden von Exemplaren an die Schiffer und Weichselanwohner verteilt. Die Preußische Regierung schuf auf heimatlichem Gebiet in Schillno und in Thorn Überwachungsstellen. So gelang es, 2 Cholerafälle in Thorn auf einem die Weichsel stromabwärts kommenden Kahne zu ermitteln. Die Fahrt von Plock bis zur westpreußischen Grenze verlief damals in kürzerer Zeit, als die Inkubationszeit für Cholera beträgt. Es konnten daher bereits infizierte, aber noch nicht kranke Personen die im polnischen Gebiete eingerichteten Überwachungsstellen unerkannt passieren. Da wir später gegebenenfalls von Demblin (Iwangorod) bis zur westpreußischen Grenze eine Cholera-Überwachung des Weichselstromes und auch eine Überwachung der Flüsse Narew und Bug einrichten konnten, war die Gefahr der Einschleppung von Cholera auf diesem Wege in das Heimatgebiet als völlig beseitigt zu betrachten. Überwachungsstationen auf preußischem Gebiet brauchten nicht mehr in Tätigkeit zu treten. In Wloclawek wurden aber auch nach dem Jahre 1915 dauernd die Dampfer, Schleppkähne und Flöße durch den Fleckfieberkommissar gesundheitlich überwacht, und sämtliche Flößer, die auf der Weichsel nach Preußen fuhren, in Wloclawek gegen Cholera schutzgeimpft (vom Jahre 1916 bis Ende 1917 waren es bereits 5858 Personen).

Im Jahre 1916 kamen in einem militärisch geleiteten Flüchtlingslager in Lukow unter Personen, die aus dem östlichen Kampfgebiet abtransportiert waren, etwa 100 Cholerafälle vor, ohne auf die einheimische Zivilbevölkerung überzugreifen. Diese Zahlen sind in die vorangegangene Tabelle nicht aufgenommen, da es sich nicht um polnische Infektionen handelt.

Ferner fand sich unter deutschen Soldaten im Ausbildungslager von Jablonna ein Basillenträger. Eingehende Untersuchungen auch in der Zivilbevölkerung ergaben keine Aufklärung hierüber.

Seit dieser Zeit wurden zwar später noch Verdachtsfälle von Cholera gemeldet, bakteriologisch aber niemals bestätigt.

Erst Anfang Juli 1918 trat Cholera im Verwaltungsgebiete wieder auf. Ein deutscher Soldat, der aus Moskau zureiste und sich dort infiziert hatte, erkrankte unterwegs und verstarb in Warschau. Unter den im Sommer massenhaft aus Rußland zurückkehrenden Landeseinwohnern, die zunächst in einem Verteilungslager am Koweler Bahnhof in Warschau gesammelt wurden, fanden die das Lager beaufsichtigenden polnischen Hilfsärzte des Kreisarztes von Warschau 4 Personen mit leichterem Magendarmkatarrh, der sich als Cholera erwies. Es kamen dann bis anfangs November 1918 noch einige Fälle, die ebenfalls im Zusammenhange mit Rückwanderern standen oder selbst solche waren, in Warschau hinzu. Jedesmal konnte aber ein weiteres Umsichgreifen der Seuche schnell verhindert werden. Im ganzen wurden in Warschau 11 Erkrankungen, darunter 4 Todesfälle und zwei gesunde Bacillenträger ermittelt.

Ferner ereignete sich im Oktober in Czerwinsk, Kr. Plonsk, ein Cholerafall bei der Tochter eines Arbeiters. Dieser hatte mit Flößern an der benachbarten Weichsel steten Verkehr und muß wohl von einem darunter befindlichen Bacillenträger her die Keime in seine Familie getragen haben. An diesen Fall, der tödlich ausging, schloß sich aus der Zahl der Ansteckungsverdächtigen noch ein zweiter, tödlich endender an. Unter den Ansteckungsverdächtigen wurden 4 Bacillenträger gefunden. Die Gesamtzahl der Cholerainfektionen im Jahre 1918 belief sich auf 13 Erkrankungen (darunter 6 Todesfälle) und 6 Bacillenträger.

Das Bekanntwerden einer Choleraepidemie in Moskau, wohin die Seuche durch Matrosen aus dem alten Choleraherd an der unteren Wolga, diesmal aus den Städten Zarizyn und Saratow, gebracht war, die hohen Krankheitsziffern an Cholera, die die Zeitungen aus Petersburg meldeten, einige Fälle, die im Verwaltungsgebiet Oberost und der Ukraine auftraten, veranlaßten die Verwaltung bereits im Juli zu umfassenden Abwehrmaßnahmen. Sie richtete im ganzen 12 Überwachungsstationen am Bug, Narew und Weichsel ein, die wie oben bereits geschildert, ausgestattet wurden. Im Einvernehmen mit dem Armeearzt beim Generalgouvernement wurde aus Zivil- und Militärärzten eine Cholerakommission gewählt, die ständig alle neuen Fragen prüfte. Das Verwaltungsgebiet Oberost führte eine fünftägige Quarantäne der nach Polen reisenden Rückwanderer durch, die dann mit der Bahn weitergeleitet wurden und dabei der Gesundheitskontrolle durch das Zugbegleitpersonal unterlagen. Diese Personen wurden außerdem in den Verteilungslagern in Siedlce und am Koweler Bahnhof in Warschau ärztlich besichtigt. Die zu Wagen

auf den Hauptfahrstraßen zurückkehrenden Leute wurden durch Ärzte bezw. Feldschere gesundheitlich überwacht. Es gelang trotz der erheblichen Ausbreitung, die die Cholera unter Militär- und Zivilpersonen (bis 24. Oktober 2118 Fälle) in Oberost und der Ukraine nahm, Polen fast ganz und Deutschland völlig vor der Cholera zu schützen. Die in Berlin im September und Oktober 1918 auftretenden 17 Choleraerkrankungen standen mit den Cholerafällen in Polen nicht im Zusammenhang.

Nach polnischen Quellen war die Art, wie die russische Verwaltung gegen die Seuche vorging, gänzlich unwirksam. Die Erkrankungen unter den Truppen fanden wohl Berücksichtigung, gegen die in der Zivilbevölkerung geschah so gut wie nichts. Wir trafen zwar einige Cholerabaracken in den Städten wie in Bendzin und Nieszawa an, sahen in letzterem Ort auch eine Sterilisationsanlage für Weichselwasser und erfuhren, daß eine Verordnung für die Städte auf jedem Hof einen besonderen Abort vorschrieb, den Personen, die auf den Straßen an Cholera erkrankten, schnell erreichen könnten, hörten von Desinfektionen der Rinnsteine und Abortgruben mit Kalkmilch zu Cholerazeiten und von Warnungen vor Obstgenuß, sonst aber dürfen wir aus der üblichen Vernachlässigung des Gesundheitswesens zur russischen Zeit schließen, daß man, vielleicht abgesehen von Warschau, auch auf diesem Gebiete alles gehen ließ, wie es eben ging. Da die gesundheitlichen Einrichtungen in den Cholerabaracken äußerst mangelhaft waren, herrschte in ihnen oft eine höhere Sterblichkeit, als wenn die Kranken in den Wohnungen verblieben. In die Cholerabaracken überführt zu werden, galt gleichsam als Todesurteil. Die Abneigung gegen die Seuchenspitäler machte sich vielleicht aus diesem Grunde auch noch in der Zeit der deutschen Verwaltung wenigstens anfangs außerordentlich stark bemerkbar.

Dem gegenüber verdient die Tatsache Erwähnung, daß gerade in Kriegszeiten die in Polen vorhandene Cholera infolge der Arbeit deutscher Zivil- und Militärärzte niemals epidemischen Charakter gewann, nach Deutschland nicht eingeschleppt worden ist und jedesmal, wenn sie auftauchte, sogar völlig vertilgt werden konnte.

Die Frage, wie diese Verhältnisse sich nun gestalten werden, nachdem auch die Ukraine und das Verwaltungsgebiet Oberost von den deutschen Truppen mit ihren Ärzten geräumt worden sind und infolge der politischen Unruhen in Polen eine durchgreifende Bekämpfung kaum eingeleitet werden dürfte, ist wohl dahin zu beantworten, daß eine ernste Gefahr der Neueinschleppung von Cholera nach Polen und damit nach Preußen auf dem Wasser- und Landwege zukünftig gegeben ist.

Sämtliche Beamte und Angestellte der Zivilverwaltung wurden gegen Cholera schutzgeimpft. Ob die Russen in ihren Heeren die Choleraschutzimpfung durchführten, wie es in den deutschen und verbündeten Truppen geschah, ist nicht genau bekannt. Jedenfalls nahmen die Russen, als sie bei einer Wiedereroberung von Kielce im Herbst 1914 ein österreichisches Sanitätsdepot erbeuteten, auch die großen Mengen von Cholera-Impfstoff mit, den sie dort vorfanden.

c) Lepra.

Als der Medizinalverwaltung im September 1916 die Nachricht zuging, daß unter den bei Kowno gefangenen russischen Soldaten einige Leprakranke entdeckt

worden seien, brachte sie sofort die Merkmale des Aussatzes den Kreisärzten in Erinnerung, schrieb die bakteriologische Untersuchung Verdächtiger vor und forderte in jedem Verdachtsfalle Bericht ein.

Es wurde bis November 1918 nur ein Verdachtsfall gemeldet, der sich bakteriologisch aber nicht als Aussatz erwies, vielmehr durch den positiven Ausfall der Wassermannschen Probe und den Heilerfolg der antisyphilitischen Kur als Syphilis festgestellt wurde.

d) Pocken- und Pockenschutzimpfung.

Die Pocken hatten vor Beginn der deutschen Verwaltung eine enorme Verbreitung im Lande. Die Regierung von Südpreußen richtete im Jahre 1804 in Posen ein Schutzblattern-Impfungsinstitut ein, in dem freiwillige Impfungen unentgeltlich ausgeführt wurden. Der Bericht des Preußischen Kammerdepartements Warschau im Jahre 1805 gibt an, daß die Zahl der an Pocken verstorbenen Personen noch sehr groß sei, obwohl die Schutzpockenimpfung immer beliebter werde und im Jahre 1805 viele Kinder geimpft worden wären.

Aus den Kirchenbüchern der Gemeinden des Verwaltungsgebietes wurde für die letzten Jahre der russischen Herrschaft von der Medizinalverwaltung ermittelt, daß im Jahre 1910 mindestens 2369, 1911: 3381, 1912: 1968, 1913: 1409 und 1914: 1756 Personen an Pocken verstarben. Wenn man die Bevölkerung im Jahre 1910 mit rund 7 Millionen annimmt, so ergibt sich für dieses Jahr mindestens eine Pockensterblichkeit von 33,8 auf 100000 Einwohner. Sicher aber war die Zahl der Todesfälle an Pocken höher, als erwähnt. Einmal fehlten für unsere Erhebungen viele Kirchenbücher, andererseits war die Eintragung der Todesursachen bisweilen ganz unterblieben. Wo aber die Kirchenbücher, die von den Geistlichen standesamtlich geführt werden, Pocken als Todesursache verzeichneten, konnten diese Angaben statistisch unbedenklich verwertet werden, da jedermann in Polen das Krankheitsbild der Pocken kannte.

Einen weiteren Anhaltspunkt für die Sterblichkeit an Pocken in Polen ergibt die Statistik, die das Städtische Gesundheitsamt in Warschau seit dem Jahre 1876 geführt hat. Es starben in Warschau auf 100000 Einwohner an Pocken:

im Jahre 1878	337	im Jahre 1911	58
„ „ 1882	360	„ „ 1912	13
„ „ 1887	155	„ „ 1913	12
„ „ 1890	108	„ „ 1914	22
„ „ 1893	85	„ „ 1915	40
„ „ 1904	104	(vom 1. Jan. bis 26. Juni: 223 Personen)	
„ „ 1910	48	im Jahre 1916	2

Bei einer Einwohnerzahl von rund 700000 Einwohnern und der Annahme einer 10%igen Sterblichkeit verstarben in dem Jahre 1892 in Warschau 2520 Personen an Pocken.

In Lodz starben nach polnischen Quellen im Jahre 1909: 334, 1912: 587, 1913: 210, 1914: 327 Personen an Pocken. Während einer Pockenepidemie im Jahre 1911 aber fielen 1308 Personen der Seuche zum Opfer. Darunter befanden sich:

1146 Katholiken,
117 Evangelische (Deutsche),
12 Russen,
33 Juden.

Von diesen diesen 1308 Personen waren 1249 Kinder bis zu 14 Jahren. Auf die geringe Beteiligung der jüdischen Bevölkerung gegenüber der katholischen, aber auch der evangelischen sei hier bereits hingewiesen. Dieses Verhältnis muß ständig gewesen sein, denn es trifft auch für die Jahre 1912—1914 zu. Die Einwohnerschaft besteht etwa zu je einem Drittel aus Katholiken, Evangelischen und Juden. Die Sterblichkeit an Pocken betrug im Jahre 1911: 9,3% der gesamten Sterblichkeit, die sich auf 14053 Todesfälle belief.

Die Statistik von Warschau kann als leidlich zuverlässig gelten, da dort ärztliche Leichenschau eingerichtet war.

Natürlich geht es nicht an, aus den Zahlen von Warschau und Lodz eine genaue Sterblichkeit für das flache Land errechnen zu wollen, wo durch die schlechten Verkehrsverhältnisse und das weite Auseinanderwohnen der Bevölkerung immerhin eine gewisse Schwierigkeit in der Weiterverbreitung der Infektionen gegeben war, während in der Großstadt mit ihren dichtgedrängten Menschenmassen und dem besonders in den ärmeren Quartieren außerordentlich lebhaften Durcheinanderfluten der Einwohner für die Ausbreitung des flüchtigen Ansteckungskeimes kein Hemmnis gesetzt wurde. Und so müssen wir uns mit den Ergebnissen der standesamtlichen Berichte begnügen.

Wieviel Personen in den Jahren vor der deutschen Verwaltung im gesamten Verwaltungsgebiet an Pocken erkrankten, ist nicht zu ergründen. Nimmt man nur eine durchschnittliche Sterblichkeit von 10 auf 100[1]) an, so wären noch im Jahre 1911 mindestens 33810 Erkrankungen vorgekommen. Wieviel Personen im Verwaltungsgebiet infolge von Pocken erblindeten, oder ertaubten, ist vollends nicht zu erkennen. Jedenfalls hatte die Bevölkerung unter dieser Geißel unsäglich viel zu leiden. Die Häufigkeit Pockennarbiger im Lande ist jedem, der es betrat, bereits in den ersten Stunden deutlich aufgefallen. Von den Pocken wurde nun besonders die niedere polnische Bevölkerung ergriffen, die von der Pocken-Schutzimpfung ebenso wenig wie von anderen sanitären Maßnahmen etwas hielt, während das jüdische Volk, das auf seine Gesundheit viel mehr bedacht ist, sich im allgemeinen der Impfung unterzog.

Ein geregeltes Impfwesen bestand zu russischer Zeit im Lande nicht. Allgemeiner Impfzwang wurde auch zu Epidemiezeiten nicht angeordnet, Wiederimpfungen waren äußerst selten. Es wurden allerdings in jedem Frühjahr, im Mai beginnend, öffentliche

---

[1]) Wir hatten eine Sterblichkeit von 17,5% zu verzeichnen.

Impftermine für Kinder und Erwachsene in den schmutzigen Schulen oder Gemeindestuben abgehalten. Wer sich aber impfen ließ, tat dies freiwillig und mußte selbst die Kosten der Impfung tragen. Als einzige Zwangsvorschrift galt, daß die in die Schulen eintretenden, im 7. Lebensjahre stehenden Kinder den Nachweis erfolgreicher Pockenimpfung erbringen mußten. Da aber ein Schulzwang nicht bestand, blieben auch auf diese Weise sehr viele Kinder ungeimpft.

Die Ausführung der Impfung war Feldscheren, Hebammen oder sogenannten Impfern anvertraut, die die Impfungen mit oft minderwertigem oder verdorbenem Impfstoff, ja betrügerischer Weise nicht selten mit Hühnereiweiß oder Krotonöl vornahmen. Die Impftechnik, die diese Leute ausübten, war brutal. Es wurden am Oberarm mehrere längere Impfschnitte nebeneinander und senkrecht auf sie noch kleine Impfschnitte gesetzt oder regelrechte Gitterschnitte angelegt oder ausgedehnte Abkratzungen der Oberhaut vorgenommen. Da die solchermaßen geimpften Hautstellen sich heftig entzündeten und oft brandig abstießen, hatten die Kinder große Schmerzen zu ertragen. Auch aus diesem Grunde hielten sicher viele Mütter ihre Kinder von den Impfterminen fern. Manche Impfer setzten nur 2 Schnitte, besonders, wenn ängstliche Mütter dafür ein Trinkgeld gaben. Die Desinfektion des Impffeldes und der Impfmesser erfolgte durch Abwaschen mit Sublimat- oder Karbollösung. Die Hände säuberte sich der Impfer wohl nie. Der Impfstoff wurde in die Wunden oft mit einer Federpose eingerieben. Bisweilen bediente man sich eines Impfmessers, das an dem anderen Ende einen kleinen Löffel hatte. Mit diesem schöpfte und verrieb man die Lymphe auf die Impfschnitte. Andere Impfer wieder brachten einen Tropfen Impfstoff auf die Haut, ritzten diese innerhalb des Tropfens und rieben den Impfstoff dann in die Hautritze ein. Jedesmal entstanden sehr ausgedehnte und tiefe Narben.

Oft genug bescheinigte auch der Impfer gegen ein Trinkgeld die erfolgreiche Ausführung der Impfung, ohne daß er sie vorgenommen hatte. Zur Nachschau war sowieso niemand zu erwarten, also wurde sie auch gar nicht erst anberaumt.

Der Pockenschutz der Bevölkerung war somit außerordentlich gering, zumal bei dem fragwürdigen Impfstoff und dem fehlerhaften Impfverfahren Mißerfolge häufig sein mußten.

In Warschau wurden zumeist durch Ärzte Impfungen an Säuglingen in der städtischen Impfanstalt und 20 besonderen Impfstationen ausgeführt, so daß hier bereits breitere Schichten der Bevölkerung gegen Pocken wenigstens auf Jahre hinaus geschützt waren. Vom Jahre 1878 mit 337 bis zum Jahre 1915 mit nur 40 Todesfällen auf das Hunderttausend der Einwohner ist jedenfalls ein gewaltiger Umschwung zu verzeichnen.

Der Erlaß eines allgemeinen Impfgesetzes für Polen, das seinerzeit von dem Leiter des Städtischen Gesundheitsamtes in Warschau Dr. Polak vorgeschlagen war, wurde von dem russischen Generalgouverneur abgelehnt. Die Stadtverwaltung versuchte nun aber auf Grund des von dem Großherzog von Polen, dem König Friedrich August von Sachsen, im Jahre 1811 für das ganze Königreich verordneten und bis in die Neuzeit nicht ausdrücklich aufgehobenen Dekretes die Bürgerschaft zu Impfungen heran-

zuziehen. Das Dekret bestimmte, daß jedes Kind im ersten Lebensjahre zu impfen sei. Seit dem Jahre 1909 haben in Warschau auch bereits freiwillige Wiederimpfungen stattgefunden.

In Lodz lagen die Verhältnisse ungünstiger. Zwar fanden auch hier jedes Jahr freiwillige Impfungen durch Ärzte statt. Im allgemeinen aber drängten sich die Bewohner nur nach Epidemien zur Schutzimpfung. So ließen sich im Jahre 1912, als die Schrecken der Seuche des Vorjahres noch in aller Erinnerung war, etwa 20000 Personen impfen, im Jahre 1913 aber nur mehr die Hälfte. Immerhin ist das Absinken der Sterblichkeit an Pocken von rund 284 Fällen im Jahre 1911 auf 68 Fälle im Jahre 1914 (für das Hunderttausend der Einwohner) doch ein Zeichen, daß der Impfschutz zugenommen hatte.

Indes ereigneten sich in den beiden Großstädten trotz des besseren Impfschutzes der Einwohner noch zu Beginn der deutschen Verwaltung ziemlich zahlreiche Pockenerkrankungen. Im Jahre 1916 kamen in Warschau noch 284 und in Lodz 37 Pockenfälle zur Anzeige.

Das flache Land aber wurde ständig von starken Pockenepidemien heimgesucht. Im Jahre 1915 ließ sich noch deutlich die alte Verbreitungsweise erkennen, indem die Infektionen längs der Landstraßen nacheinander in die einzelnen Dörfer Einzug hielten. Da die Erkrankungen vorzugsweise die polnische Bauernbevölkerung betrafen, war die Infektion auf den gewöhnlichen Verkehr zwischen den Dörfern oder auf Einschleppung durch Wanderbettler und Zigeuner zurückzuführen.

Woher der Impfstoff, der vor Beginn der deutschen Verwaltung benutzt worden war, stammte, konnten wir nicht überall ermitteln. Die städtische Impfanstalt in Warschau lieferte im allgemeinen nur den Bedarf der Stadt Warschau; wenig Sendungen Lymphe gingen nach außerhalb. Mehr schon wurde aus zwei privaten Impfanstalten in Warschau bezogen. Von diesen war die eine so mangelhaft, daß sie geschlossen werden mußte. Die andere wurde im Jahre 1918 zum Betriebe zugelassen, nachdem der Leiter der Anstalt eine hinreichende Ausbildung erfahren hatte. Sie lieferte dann den Bedarf des Generalgouvernements Lublin. Die Anfertigung des Impfstoffs in der Städtischen Anstalt entsprach deutschen Auffassungen nicht. Die Anstalt, deren schmuckes Äußeres hervorgehoben werden kann, bot nicht die Einrichtungen dar, die ein modernes Institut besitzen muß. Es fehlte wichtiges Instrumentarium und ein Quarantänestall. Kälberbad und Kaninchenstall waren nicht vorhanden; die Tierimpfungen führte eine Dame aus, die über genügende Vorbildung nicht verfügte. Die Stammlymphe wurde aus Bequemlichkeit vom Auslande z. B. aus deutschen Instituten bezogen, der hergestellte Impfstoff nicht ausreichend vorprobiert. So kam es denn, daß selbst bei Erstimpflingen der Impf- und besonders auch der Schnitterfolg nicht die Höhe erreichte, die wir gewöhnt sind. Der Impfstoff war also nicht vollvirulent. Die Impfanstalt wurde daher zur Lieferung von Impfstoff selbst für Warschau zunächst nicht herangezogen.

Die Pocken befielen hauptsächlich das Kindesalter (doch ereigneten sich auch zahlreiche Fälle bei Erwachsenen) und waren leichter Natur bei Geimpften, schwer bei denjenigen Personen, die eines Impfschutzes entbehrten, zumeist also schwer.

Die Krankheitsbilder, die wir sahen, die Vernichtung sovieler Menschenleben hätten wohl manchen deutschen Impfgegner von seinen Ansichten bekehrt; leider ließen es die Kriegsumstände nicht zu, einen vermutlich lehrreichen Ausflug impfgegnerischer Personen in die von Pocken befallenen Gebiete zu veranstalten. Auch die Frage der Impfschädigungen hätte hierbei in geeigneter Weise betrachtet werden können, da solche selbst trotz anfänglich hier und da noch beobachteter Unvollkommenheit der Impftechnik nach den Berichten der Kreisärzte nicht in Erscheinung traten.

Die von Gins[1]) in Südwestpolen bei einer kleineren Anzahl von Pockenfällen gemachten Beobachtungen haben wir als typisch für das ganze Land nachweisen können.

Zur Bekämpfung der Pockengefahr wurden nun von der Medizinalverwaltung bereits im Jahre 1915 im alten Verwaltungsgebiet bis zum 1. September (Russisch-Polen links der Weichsel, mit Ausnahme der Kreise Brzeziny, Lowicz, Sochaczew, Skiernewice, Blonie, Rawa und Grojec) regelmäßige öffentliche Impftermine angeordnet. In diesen Terminen sind die Kinder im 1. und 7. Lebensjahre fast sämtlich geimpft worden. Auch nahmen freiwillig, oder durch die Geistlichkeit, an die die Medizinalverwaltung sich gewandt hatte, beeinflußt, eine große Anzahl von Erwachsenen an der Impfung teil. Das Beispiel mancher Pfarrer, die auf der Kanzel ihren frisch geimpften Arm der Gemeinde zeigten, wirkte Wunder.

Damit die Impfung möglichst immunisierende Kraft entfalte, wurden allgemein vier Impfschnitte vorgeschrieben.

Eine Impfung auf Grund genauer Einwohnerlisten wie in Deutschland konnte bei dem Mangel einer ausreichenden Bevölkerungsstatistik damals nicht durchgeführt werden. Auch fehlte es an genügendem und zuverlässigem Personal, um die Massen zu bewältigen.

Nach Eröffnung der Schulen im Verwaltungsgebiet wurde alsdann sofort eine allgemeine Verordnung dahin erlassen, daß sämtliche Schulkinder bis zum 31. Dezember 1915 zu impfen seien, soweit sie nicht in diesem Jahre bereits mit Erfolg geimpft waren oder die natürlichen Pocken überstanden hatten.

Diese Verordnungen wurden auf das neue Verwaltungsgebiet seit dem 1. September 1915 (die obengenannten 7 Kreise und das Gebiet rechts der Weichsel) ausgedehnt.

Die die Pockenverbreitung einengende Wirkung dieser Impftermine wurde durch die Impfungen der Umgebung jedes einzelnen Pockenfalles ergänzt. Mit dieser Maßnahme wurde bereits zur Zeit der ersten Zivilverwaltung (20. August bis 6. November 1914) die Bekämpfung der Pocken in Polen, z. B. im Kreise Bendzin, begonnen. Wo es möglich war, wurden dabei neben sämtlichen Bewohnern der befallenen Häuser die Bewohner von Häuserblocks, von ganzen Straßenzügen, ja auch von ganzen kleineren Ortschaften, geimpft.

Dies Verfahren erbrachte schon im Jahre 1915 einen wesentlichen Rückgang der

---

[1]) Gins: Beobachtungen an Pockenfällen in Polen. Veröffentlichungen aus dem Gebiet der Medizinalverwaltung. Berlin, 1916, Verlag R. Schoetz.

Pocken in dem Gebiete links der Weichsel. Manche Kreise wurden völlig pockenfrei und hielten sich so. In den Kreisen rechts der Weichsel aber, wo die Impfungen erst begonnen waren, zeigten die Pocken noch bis in das Jahr 1916 eine erhebliche Verbreitung.

Nachdem aber die Medizinalverwaltung allmählich eine große Anzahl von Ärzten und Feldscheren auf dem flachen Lande angesetzt und den Bezug hinreichender Mengen von Impfstoff aus Deutschland gesichert hatte, wurde im Jahre 1916 die zwangsweise Durchimpfung der gesamten Bevölkerung des Verwaltungsgebietes angeordnet, soweit diese nicht nachweislich während der Zeit der deutschen Herrschaft bereits mit Erfolg geimpft war oder in dieser Zeit die natürlichen Pocken überstanden hatte.

Die Impfungen wurden in den Jahren 1917 und 1918 fortgesetzt und in letzterem Jahre auch auf alle aus Rußland zurückkehrenden Personen ausgedehnt.

So würden bis Ende 1917 4,9 Millionen Bewohner geimpft, und es blieben von den rund 6 Millionen Bewohnern des Landes noch etwa 600000 im Jahre 1918 zu impfen. Die Berichte hierüber waren bei der Beendigung der Verwaltung noch nicht sämtlich eingegangen. Es ist aber anzunehmen, daß weitaus der größte Teil jener Personen und auch der Rückwanderer im November bereits geimpft war. Die übrige Bevölkerung hatte schon vorher durch die Impfung der Umgebung von Pockenfällen, durch die Impfung der für Deutschland ausgehobenen Arbeiter, durch Impfungen, die deutsche Truppenärzte während des Stellungskrieges an der Bzura und der Rawka im Jahre 1915 ausführten, und durch das Überstehen von Pockenerkrankungen wenigstens auf Jahre hinaus Pockenschutz empfangen. In Wloclawek sind regelmäßig auch die den Bug, den Narew und die Weichsel herabkommenden Flößer, die aus dem Verwaltungsgebiet Ober-Ost und selbst aus dem damaligen Kampfgebietbei Pinsk stammten, gegen Pocken geimpft worden. Bis zum Ende des Jahres 1917 waren dies 3059 Personen. Die Impfungen im Verwaltungsgebiet in den Jahren 1916 und 1917 verursachten 656000 Mark Kosten, die von den Kreiskommunen getragen wurden.

Die Impfungen wurden durch Ärzte, meistenteils aber durch Feldschere ausgeführt, die von den Kreisärzten in der deutschen Impftechnik, besonders aber auch in der zweckmäßigen Aufbewahrung des Impfstoffes unterrichtet worden waren und ein geeignetes Instrumentarium erhalten hatten. Die schlechten Gewohnheiten in der Impftechnik der Feldschere auszuschalten, war schwer. Doch wurde jedem, der den deutschen Impfvorschriften sich nicht anbequemen wollte, die Impferlaubnis entzogen. Die Kreisärzte kontrollierten häufig die Impftermine, nahmen, soweit bei den oft riesigen Entfernungen, dem durch militärische Aushebungen verursachten Pferdemangel und bei ihren sonstigen wichtigen Aufgaben irgend möglich, die Nachschau vor und führten auch selbst zahlreiche Impfungen aus. Ordnungsgemäße Impflisten wurden allgemein aufgestellt. Die Geimpften erhielten einen Impfschein oder einen Vermerk in den Paß.

Die Zwangsimpfung verlief im allgemeinen ohne besonderen Widerstand, da die polnische Bevölkerung die segensreiche Wirkung allmählich kennen lernte. Nur in verhältnismäßig wenigen Fällen war Zwangsvorführung und Bestrafung notwendig.

In manchen Kreisen wurden auch die Zuckerkarten nur gegen Vorweisung der Impfscheine der Familie dem Haushaltungsvorstande zugeteilt. Die jüdische Bevölkerung kam von ihrem Aberglauben, daß nur Impfungen im Mai gegen Pocken schützten, ab und ließ sich mit einer gewissen Begeisterung impfen. Der Aberglaube der Juden rührte vielleicht daher, daß sie die Impfungen der früheren „Impfer" in den Sommermonaten oft erfolglos sahen, ohne zu wissen, daß die allmähliche natürliche Abschwächung des Impfstoffes und seine Beeinflussung durch die heiße Jahreszeit die Ursache bildete.

Begreiflicherweise gelang es nicht sofort, die Bevölkerung zum pünktlichen Erscheinen an den Impf- und Nachschauterminen zu bewegen. Man läßt sich in Polen bekanntlich sehr viel Zeit, und so saß denn der Impfer während der russischen Herrschaft den ganzen Tag im Impflokal und wartete auf die, die kommen sollten. Seine Mahlzeiten und einen kräftigen Trunk pflegte er am Impftisch einzunehmen. Damit wurde es nun allerdings anders. Die vom Berichterstatter in den Jahren 1917 und 1918 besichtigten Impftermine verliefen schon in voller Ordnung, die Kinder waren sauber gewaschen und gekleidet; die Eltern wußten, aus welchem Grunde die Impfung stattfand, die Zurückweisung kranker Kinder erfolgte sachgemäß, Reinlichkeit und Ruhe herrschte im Impflokal. Die Listenführung war im allgemeinen zuverlässig. Nur bei den Erwachsenen fanden sich lückenhafte Eintragungen, da manche die Nachschau versäumten.

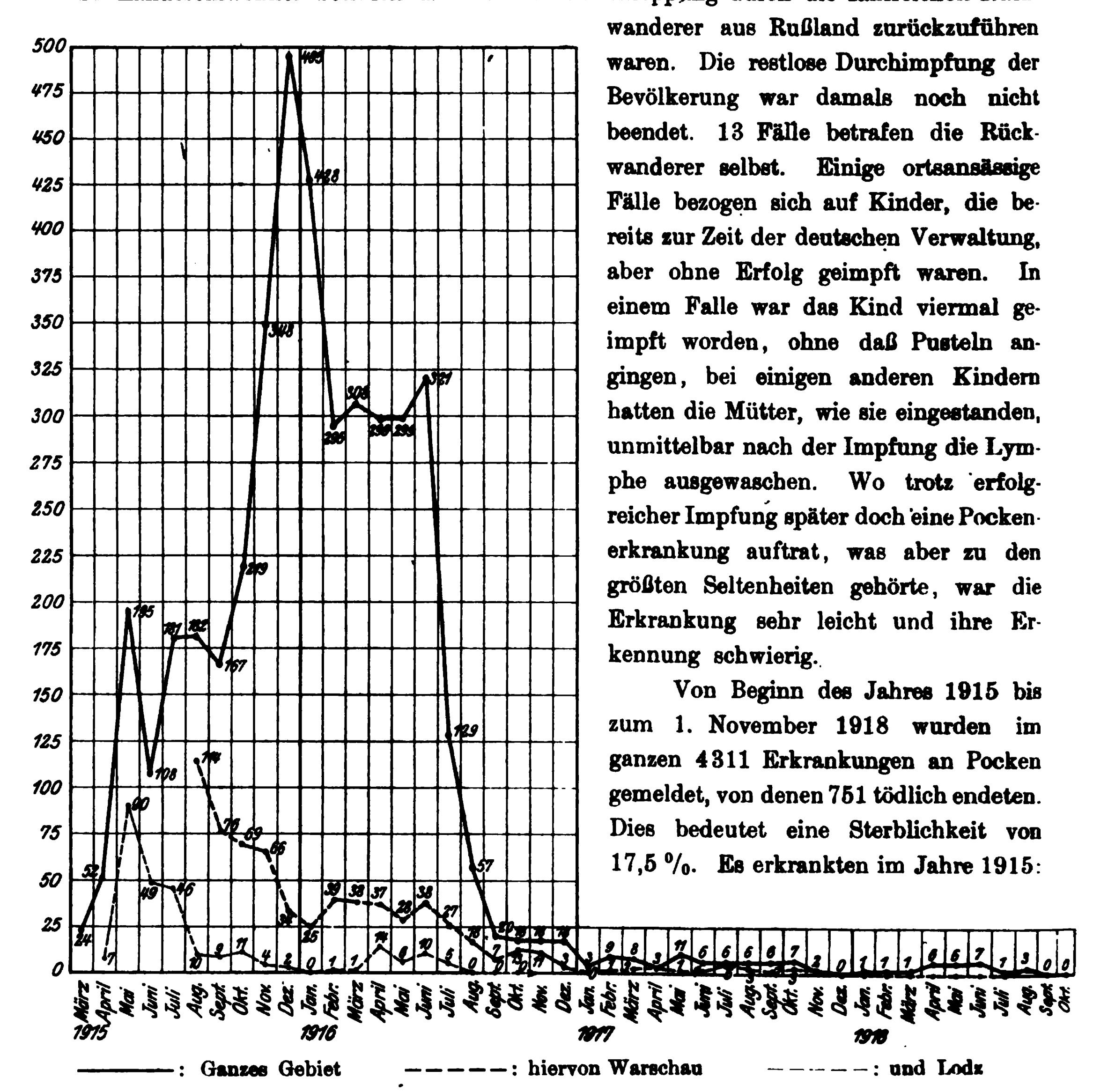
Die Impfresultate waren zufriedenstellend. Man kann durchschnittlich etwa 80 % Impferfolg rechnen.

Am Schlusse des Jahres 1917 waren, wie erwähnt, von der Bevölkerung 4,9 Millionen geimpft. Bereits im Juni 1916 aber zeigte sich ein jäher Abfall der Pockenkurve. Den Pocken war somit bereits damals der Todesstoß versetzt. — Demgegenüber zeigt die Betrachtung der Warschauer Sterblichkeitszahlen vom Jahre 1887 bis 1915 eine sprunghafte Abnahme. Jahre mit weniger Pockentodesfällen wechselten mit solchen, in denen die Sterblichkeit, also auch die Erkrankungsziffer wieder hoch ansteigt. Da die Impfungen in Warschau bis dahin ja nicht regelmäßig den Bevölkerungszuwachs erfaßten und in die vorhandene Einwohnerschaft nur wenig eindrangen, verblieb hier immer ein weites Feld, auf dem die Pocken sich tummeln konnten. Erst die allgemeine Schutzimpfung im Jahre 1916, die 1917 gründlich ergänzt wurde, erbrachte eine durchgreifende Abkehr von dem unzureichenden Pockenschutz der Bewohner. Hiermit wurde auch für Warschau das Schicksal der Pocken entschieden.

Nach dem Januar 1917 hielt sich die Landeskurve dann ständig niedrig. Im Juni 1917 wurden nur 6 Pockenerkrankungen gemeldet (= 0,1 auf 100000 bei einer Bevölkerungszahl von rund 6 Millionen Einwohner), während im Juni 1916 noch 321 Pockenfälle angezeigt worden waren. Von den genannten sechs Fällen entfiel einer auf Warschau. Lodz war bereits seit August 1916 dauernd ohne Pocken geblieben.

Die wenigen Erkrankungen, die seit Mai 1917 noch auftraten, bezogen sich, abgesehen von Bewohnern der Stadt Warschau, wo die restlose Durchführung der Zwangsimpfung wegen der Lässigkeit des damaligen Leiters des Städtischen Gesundheitsamtes einige Schwierigkeiten machte, zumeist auf umherziehende Zigeunerbanden oder aus dem Generalgouvernement Lublin zugezogene Personen. Diese Erkrankungen

gaben bis zum Ende des Jahres 1917 noch zu einigen Infektionen der seßhaften Bevölkerung Anlaß. Die Zigeuner wurden nach Möglichkeit aufgegriffen und zwangsweise geimpft. Im Jahre 1918 ereigneten sich nur noch 26 Pockenfälle, von denen 13 Landeseinwohner betrafen und auf die Einschleppung durch die zahlreichen Rückwanderer aus Rußland zurückzuführen waren. Die restlose Durchimpfung der Bevölkerung war damals noch nicht beendet. 13 Fälle betrafen die Rückwanderer selbst. Einige ortsansässige Fälle bezogen sich auf Kinder, die bereits zur Zeit der deutschen Verwaltung, aber ohne Erfolg geimpft waren. In einem Falle war das Kind viermal geimpft worden, ohne daß Pusteln angingen, bei einigen anderen Kindern hatten die Mütter, wie sie eingestanden, unmittelbar nach der Impfung die Lymphe ausgewaschen. Wo trotz erfolgreicher Impfung später doch eine Pockenerkrankung auftrat, was aber zu den größten Seltenheiten gehörte, war die Erkrankung sehr leicht und ihre Erkennung schwierig.



Von Beginn des Jahres 1915 bis zum 1. November 1918 wurden im ganzen 4311 Erkrankungen an Pocken gemeldet, von denen 751 tödlich endeten. Dies bedeutet eine Sterblichkeit von 17,5 %. Es erkrankten im Jahre 1915: 2017, 1916[1]): 2201, 1917[1]): 66 und 1918 (bis zum 1. November): 26 Personen. Im September und Oktober des letzten Jahres sind Erkrankungen nicht mehr gemeldet worden. Praktisch genommen, war es also gelungen, die Pocken im Verwaltungsgebiet auszurotten. Vorstehende Kurve läßt dies auch dem Auge deutlich werden.

[1]) Im Generalgouvernement Lublin kamen im Jahre 1916 noch 5812 Pockenerkrankungen mit 749 Todesfällen und 1917: 413 Erkrankungen mit 63 Todesfällen vor, obwohl dieses Verwaltungsgebiet nur etwa ²/₃ der Ausdehnung des deutschen einnahm. Die Besserung der Verhältnisse ist auch hier durch Schutzimpfungen erzielt worden.

Gehäufte Pockenfälle und Epidemien sahen wir am wenigsten in den an Preußen anstoßenden Grenzkreisen (mit Ausnahme der Kreise Szczuczyn, Przasnysz und Bendzin im Jahre 1915 und 1916). Wir glauben nicht fehlzugehen, wenn wir hierfür, wie in vielen anderen Beziehungen, das Übergreifen deutscher Kultur als Grund annehmen und insbesondere auch den Einfluß der zahlreichen, alljährlich aus diesen Kreisen nach Deutschland strömenden Landarbeiter gebührend einschätzen. Diese wurden alle am Grenzübergang oder Arbeitsort geimpft, lernten in Deutschland ein pockenfreies Gebiet kennen und trieben nachgewiesenermaßen nach der Rückkehr in die Heimat eine gewisse Propaganda für die Impfung.

Im Jahre 1917 wurde der Pocken-Impfstoff nicht mehr aus Deutschland bezogen. Es hatte sich die Notwendigkeit herausgestellt, den Impfstoff im Lande anzufertigen, da hier die Beschaffung der Impftiere leichter war als in Deutschland, und die polnische Regierung dahin vorstellig wurde, die Städtische Impfanstalt in Warschau wieder ihrem Zwecke zuzuführen. Den gegebenen Verhältnissen entsprach ein Zentralimpfinstitut, wie das zu München. Es wurde daher der Leiter dieser Anstalt Dr. Groth mit der Einrichtung einer Landesimpfanstalt in den Räumen des Warschauer Institutes, mit der Unterweisung der hierin tätigen polnischen Kräfte und eines deutschen Kreisarztes betraut. Letzterer übernahm alsdann die Leitung und lieferte den Impfstoff für das ganze Verwaltungsgebiet. Ein Plan zur Erweiterung der Anstalt in neuzeitigem Sinne würde der polnischen Regierung übergeben. Der im Jahre 1917 und 1918 hergestellte Impfstoff war außerordentlich kräftig. Die Kreisärzte hatten Anweisung erhalten, dem Leiter der Anstalt jeden Pockenfall telegraphisch anzuzeigen, damit neue Impfstämme gewonnen werden konnten. Im letzten Jahre wurde die Leitung der Landesimpfanstalt einem polnischen Arzte übertragen, der von Dr. Groth ausgebildet war. Die Versendung des Impfstoffes, wie die eigentliche Verwaltung verblieb bis zur Beendigung der Okkupation in deutscher Hand.

Nachdem so die Pockenschutzimpfung der Bevölkerung beendet war, wird das Verwaltungsgebiet auf Jahre hinaus von Pocken verschont bleiben. Etwa eingeschleppte Fälle werden nicht haften, und die Preußische Grenze umgibt ein breiter, für Pocken kaum übersteiglicher Schutzwall. Die zukünftige polnische Regierung aber wird dafür zu sorgen haben, daß alljährlich Impfungen der Kinder vor dem Ablauf des ihrem Geburtsjahre folgenden Kalenderjahres, und, wenn ein Zeitraum von etwa 5 Jahren verstrichen ist, auch wieder der Kinder im 12. Lebensjahre vorgenommen werden, um Verhältnisse zu schaffen, die den Bedingungen des deutschen Impfgesetzes entsprechen. Vom Ministerium für öffentliche Gesundheitspflege ist denn auch der Entwurf zu einem Impfgesetz auf dieser Grundlage ausgearbeitet worden.

Daß die Immunität von Personen, die die Pocken überstanden haben, nach mehreren Jahren völlig verschwinden kann, wurde in mehreren Kreisen einwandsfrei durch die erfolgreiche Impfung solcher Leute festgestellt. Es gingen so z. B. im Kreise Czenstochau bei einem Drittel von etwa 700 Pockennarbigen wiederum Pusteln wie bei Erstimpflingen an. Wir sahen aber auch unzweifelhafte Pockenerkrankungen bei Personen, die vor Jahren die Pocken überstanden hatten, wobei die frischen Pockenbläschen neben den alten Pockennarben die Vergänglichkeit der durch die

Krankheit erworbenen Immunität unmittelbar erwiesen. Die mehr theoretische Erwägung, die die Medizinalverwaltung von Anfang an veranlaßt hatte, auch diejenigen Personen der Impfung zu unterwerfen, die vor Beginn der deutschen Okkupation pockenkrank gewesen waren, fand somit ihre objektive Begründung.

Die in der Literatur vielfach sich findende Auffassung, daß die Pocken besonders gern im Frühjahr auftreten, konnte durch unsere Erfahrungen nicht bestätigt werden. Wo Infektionsstoff vorhanden ist und Schutzimpfung fehlt, treten die Pocken ohne Rücksicht auf die Jahreszeit lediglich nach Maßgabe der Verschleppung des Ansteckungsstoffes auf. Pockenerkrankungen von Geimpften ereigneten sich nur, wenn diese schon vor der und innerhalb der Inkubationszeit der Pocken ausgeführten Impfung den Ansteckungsstoff aufgenommen hatten, erfolglos geimpft, durch mangelhafte Impfung (2 Impfschnitte) gegen die Infektion nicht genügend geschützt waren oder endlich, in höherem Lebensalter stehend, den früher ausreichend gewesenen Impfschutz wieder verloren hatten.

Die Pockenerkrankungen bei Geimpften erschienen in der Varioloisform.

Interessant ist es, daß ehedem manche Edelleute auf dem Lande, in deren Nähe ein Arzt nicht wohnte, zu bevorstehenden Geburten in ihrer Familie aus der Landeshauptstadt eine Hebamme sich holen ließen, die die Geburtshilfe leistete und den Säugling schon 14 Tage nach der Geburt auch gegen Pocken impfte.

Die sanitätspolizeiliche Behandlung der einzelnen Pockenfälle bestand regelmäßig in der Absonderung der Kranken und Krankheitsverdächtigen in den Seuchenspitälern, der Isolierung der Ansteckungsverdächtigen in den Quarantänehäusern (auf 14 Tage) und der Impfung dieser Personen sowie der weiteren Umgebung, die von den Gesundheitsaufsehern auf etwa noch verborgene Krankheitsfälle genau abgesucht wurde. Gründliche Desinfektionen vernichteten den Ansteckungsstoff in den Wohnungen; das Verbot des Sammelns und der Ausfuhr von Lumpen, getragenen Kleidungsstücken, Betten, Federn usw. aus den Kreisen vor gründlicher Desinfektion machte auch dieses Material infektionsuntauglich.

Das souveränste Mittel aber, die Pocken zum Stillstand zu bringen, war stets die Schutzimpfung. Wurde ein Pockenfall alsbald bekannt, so daß die sanitätspolizeilichen Maßnahmen frühzeitig einsetzen konnten, so schloß sich im allgemeinen an ihn ein anderer nicht mehr an, wobei neben der Wirkung der Bekämpfungsmaßnahmen, die Wirkung einer früheren erfolgreichen Schutzimpfung und wohl manchmal auch eine vererbte Immunität, z. B. durch die Brusternährung von Säuglingen, deren Mütter an Pocken erkrankt gewesen waren, die Weiterverbreitung verhinderte.

Der Einfluß der Impfung auf den Verlauf von Pockenerkrankungen läßt sich aus folgenden Ziffern ersehen: Im Seuchenkrankenhause zu Lodz wurden in den Jahren 1909 bis 1915 1102 Pockenkranke der verschiedenen Altersklassen aufgenommen. Unter diesen waren 548 einmal im Kindesalter geimpfte Personen und 554 nicht geimpfte. Von ersteren waren 128 schwerkrank und 23 verstarben. Von den nichtgeimpften waren 412 schwer erkrankt, und in 189 Fällen ging die Erkrankung tödlich aus. Wieviele von den geimpften Personen erfolglos geimpft waren oder nur einen schwachen Pockenschutz erhalten hatten, ist uns nicht bekannt geworden.

Die Paulsche Methode, pockenverdächtige Fälle frühzeitig zu erkennen, wurde dem Hygienischen Institut in Lodz durch Vermittelung der Medizinalverwaltung von dem Autor persönlich bereits Anfang Mai 1916 vorgeführt. Sie war, nachdem das auf den ersten Blick deutliche Bild der schweren Pocken im Lande kaum noch vorkam, imstande, zur Erkennung von Varioloisfällen wesentliche Dienste zu leisten. Dabei wurde nur dem positiven Ergebnis der Probe eine maßgebende Rolle zuerkannt. Das negative Ergebnis erschütterte die durch die klinische Beobachtung gewonnene Diagnose nicht.

Von den Soldaten der Besatzungstruppen erkrankten vom 1. Januar 1916 bis 31. Dezember 1917 14 an Pocken, d. i. etwa 0,23 auf das Tausend. Und zwar traten im Jahre 1916 12, im Jahre 1917 aber nur noch 2 Erkrankungen auf, auch ein Beweis dafür, wie außerordentlich gering die Gefahr einer Pockeninfektion im Verwaltungsgebiet geworden war.

Nur in ganz verschwindend wenigen Fällen und zwar lediglich zu Beginn der Verwaltung in den Jahren 1914 und 1915 sind Pocken nach Oberschlesien und Ostpreußen eingeschleppt worden. Insbesondere ist auch die kleine Pockenepidemie, die in den Jahren 1916 und 1917 mit 2353 Erkrankungen und 307 Todesfällen in Deutschland herrschte, nicht auf Übertragung aus dem Verwaltungsgebiet zurückzuführen.

e) Typhus.

Der Typhus ist in Polen endemisch. Uralte unhygienische Gewohnheiten des Volkes in der Wasserversorgung und in der Beseitigung der Abwässer (siehe Abschnitt 15 und 16), der Mangel an Reinlichkeit des Körpers, die Gleichgültigkeit gegen eine gesundheitsmäßige Beschaffenheit der roh genossenen Nahrungsmittel und die Fliegenplage auf dem Lande sind schuld daran. Man tat in russischer Zeit auch fast nichts, um die bekannt gewordenen Typhusfälle unschädlich zu machen. Die Kranken wurden für gewöhnlich nicht in die Krankenhäuser überführt, sondern blieben zu Hause und riefen in der Familie weitere Ansteckungen hervor. Kamen sie in die Krankenhäuser, so wurden sie dort nicht abgesondert. Das ungeschulte und darum unachtsame Personal verstand nichts von der Desinfektion am Krankenbett, erkrankte daher häufig selbst oder ließ Spitalinfektionen anderer Kranker zustande kommen. Auf Bacillenträger achtete niemand. Die großen Zahlen der positiven Ergebnisse bei den Widaluntersuchungen, die während der deutschen Okkupation im Lande angestellt wurden, beweisen, daß die breitesten Volksschichten an Typhus erkrankt gewesen waren. Größere Epidemien wurden zur Zeit der deutschen Verwaltung im allgemeinen nicht beobachtet, denn dafür fehlte, weil überaus viele Menschen an der Krankheit bereits früher gelitten hatten, der Boden. An den Erkrankungen war in sehr ausgedehntem Maße das Kindesalter beteiligt, wie dies z. B. in dem anfangs noch stark typhusverseuchten Lodz sich zeigte. Eine Statistik der Typhuserkrankungen aus russischer Zeit ist nicht vorhanden. Sie wäre auch wertlos, da damals eine strenge Scheidung z. B. zwischen Typhus und Fleckfieber nicht stattfand. Die Typhusmeldungen der Ärzte, besonders aber der Feldschere in den kleinen Städten und auf dem Lande, wurden ja während der deutschen Okkupation sehr häufig noch als unrichtig erkannt. Es handelte sich oft um allerlei andere

fieberhafte Erkrankungen, wie Lungenentzündung, Darmkatarrhe, Fleckfieber, Rückfallfieber u. a. In den Wirrwar der Typhusanzeigen wurde erst durch die Ermittelungen der deutschen Kreisärzte Ordnnng gebracht. In Warschau und Lodz stand es zwar mit der Diagnosestellung besser, die regelmäßige Isolierung der Kranken aber fehlte ebenso wie sonst im Lande.

Es handelte sich in Polen zumeist um Unterleibstyphus. Paratyphus A und B waren selten. Auch hier bemühte sich die Medizinalverwaltung lebhaft, Abhilfe zu schaffen. Zunächst wurde für die Absonderung jedes Krankheitsfalles in den Absonderungshäusern Sorge getragen. Die klinisch Genesenen durften erst entlassen werden, wenn nach 3 wöchiger Entfieberung zwei in einem Zwischenraum von 7 Tagen ausgeführte Untersuchungen des Kotes und Urins das Fehlen von Typhusbacillen erbracht hatten. Die Stadt Lodz mußte für die anfangs sehr zahlreichen Kranken ein großes Typhusspital in einem leerstehenden Fabrikgebäude einrichten, da die vorhandenen Krankenhäuser nicht genügten.

Die Angehörigen wurden in den Häusern gelassen, dort auf ihren Gesundheitszustand beobachtet und, wo irgend durchführbar, gegen Typhus schutzgeimpft. Als in einigen kleinen Ortschaften Typhusepidemien auftraten, wurde die ganze Bevölkerung einer solchen Impfung unterzogen mit dem Erfolge, daß die Epidemien alsbald erloschen. Als Beispiel hierfür sei erwähnt: Aus dem Dorfe Strzelce, Kr. Gostynin, wurden 32 Erkrankte in das Seuchenhospital aufgenommen, die übrigen 962 Personen schutzgeimpft. Von diesen erkrankten noch 4, aber ganz leicht. Von den 4 Personen waren 3 erst einmal, die vierte bereits zweimal geimpft worden. Von den 32 (nicht geimpften) Kranken starben 5, von den vier geimpften niemand. Milch aus verseuchten Gütern durfte nur abgekocht in den Handel gebracht werden. Das Molkereipersonal wurde auf Bacillenträger untersucht.

Die Typhuskeime wurden in Polen meistens durch Kontakt, seltener durch Nahrungsmittel, wie Wasser oder Milch, weiterverbreitet. Die Erforschung des Woher der einzelnen Erkrankungen wies oft weite Wege nach, auf denen der Erkrankte die Infektion erworben hatte. Besuche bei Bekannten und Verwandten, die oft mehr als 30 km entfernt wohnten, Teilnahme an Begräbnis und Totenschmaus in weitab liegenden Ortschaften gaben häufig die Gelegenheit zur Ansteckung.

Bei den einzelnen Tyhusfällen wurde naturgemäß auf die Entseuchung der Schmutzstätten, wie der Aborte und Düngergruben, geachtet und eine gründliche Desinfektion auch der verseuchten Betten, Kleidungsstücke, Strohsäcke usw. vorgenommen, verdächtige Brunnen wurden geschlossen und dergleichen mehr.

Diese unmittelbaren Bekämpfungsmaßregeln verbanden sich mit der allgemeinen Hebung der Ortshygiene allmählich doch in etwa der Hälfte der Kreise des Verwaltungsgebietes zu einer sichtbaren Wirkung, wenn auch die absoluten Zahlen der Typhuserkrankungen in den Jahren 1916 und 1917 noch ungefähr auf derselben Höhe blieben (10771 und 10923). Ganz besonders auffällig trat aber damals schon die Besserung in der Kurve von Lodz zutage, wo im Jahre 1916 noch 1786, 1917 aber nur 1143 Typhusfälle sich ereigneten. Dieser Fortschritt war um so bemerkenswerter,

als die Stadt weder Wasserleitung noch Kanalisation besaß. Die Besserung der Verhältnisse hielt auch im Jahre 1918 an.

Seit Ende Oktober 1917 trat ein weiteres erhebliches Absinken der Typhuskurve ein, das mit leichten Schwankungen bis zum Ende der deutschen Verwaltung anhielt. In der Zeit vom März bis September 1918 erkrankten nur noch 2696 Personen. Das würde für den Zeitraum eines Jahres eine Zahl von rund 5000 Erkrankungen bedeuten. Es war somit gegen die Jahre 1916 und 1917 eine Besserung um 50% festzustellen. Der Rückgang der Typhuserkrankungen wiederum bedeutete die Abnahme des Schmutzes und damit den Aufstieg hygienischer Kultur.

In Warschau herrschte nach der relativ benutzbaren Statistik des städtischen Gesundheitsamtes in den Jahren 1880—1886 eine hohe Sterblichkeit an Typhus, die durchschnittlich 83,7 auf das Hunderttausend Einwohner betrug. Vom Jahre 1887 ab fiel die Mortalität auf 31 und blieb dann durchschnittlich auf 19 Fällen stehen, Der Grund hierfür ist der Bau des Wasserwerks und der Kanalisation im Jahre 1886, mit dem die Kurve der Typhussterblichkeit jäh und endgültig abfällt. Im Jahre 1916 wurden in Warschau 1002 Erkrankungen, im Jahre 1917 aber 2228 Erkrankungen gemeldet. Die Sterblichkeit betrug 12 bezw. 26 auf das Hunderttausend Einwohner.

In Lodz betrug in der Zeit vom April 1915 bis Ende 1916 die Typhussterblichkeit 14% der Erkrankten, in dem gesamten Verwaltungsgebiet vom Jahre 1915 ab gerechnet, 9,7%.

Von den Soldaten der Besatzungstruppen erkrankten vom 1. Januar 1916 bis zum 31. Dezember 1917 97 an Typhus, d. i. etwa 1,6 auf das Tausend.

f) Ruhr.

Die Ruhr war von jeher in Polen im Sommer und Herbst eine Landplage von übermäßiger Ausdehnung. Dies teilt bereits Mursinna[1]) mit, der als Generalchirurgus der Armee in den Jahren 1794—1795 in Südpreußen sehr viele Ruhrerkranknngen beobachtete. Das erfuhren auch die deutschen Truppen, sobald sie Anfang August 1914 die russisch-polnische Grenze überschritten hatten. Der erste Soldat einer oberschlesischen kleinen Garnison, der fünf Tage nach Kriegsbeginn aus einem polnischen, dicht an der oberschlesischen Grenze gelegenem Dorfe krank zurückkehrte, war an der Ruhr erkrankt. Sehr zahlreiche Erkrankungen und Todesfälle in der Ostarmee sind dann alsbald noch hinzugekommen.

Wenn vom Jahre 1915 bis Ende 1917 20444 Erkrankungen mit 4551 Todesfällen aus dem gesamten Verwaltungsgebiet gemeldet wurden, so ist es sicher, daß eine größere Zahl leichterer Erkrankungen in den Dörfern uns nicht zur Kenntnis kam, da die Bevölkerung der Krankheit im allgemeinen wenig Bedeutung beimaß und zu den leichten Fällen gewöhnlich weder Arzt noch Feldscher zugezogen wurden. Andererseits ist es fraglich, ob es sich in allen gemeldeten Fällen um echte Ruhr gehandelt hat. Bekanntlich sind die bakteriologischen Ermittelungen selbst dort, wo frisches Untersuchungsmaterial zur Verfügung steht, bisweilen ohne Erfolg. Sommer-

---

[1]) Mursinna „Neue medizinisch-chirurgische Beobachtungen" Berlin 1796 Verlag Himburg

diarrhöen der Kinder aber zeigen nicht selten blutige Beimengungen im Stuhl, ohne daß Ruhrerreger dabei tätig sind.

Um sanitätspolizeilich durchgreifend zu wirken, wurden gehäufte blutige Durchfälle ohne weiteres als übertragbare Ruhr bezeichnet, auch wurde bereits der Verdacht auf Ruhr der Anzeigepflicht unterworfen.

Besonders stark war im Juli, August und September des Jahres 1915 die Stadt Lodz befallen; auf der Höhe der Epidemie kamen im August 494 Fälle zur Anzeige. Es wurde von anfang an scharf eingegriffen. Jeder Ruhrfall, der nicht ganz zuverlässig mit besonderer Pflegeperson in der Wohnung abgesondert war, fand in einem neueingerichteten großen Ruhrspital Aufnahme. Im Jahre 1916 stieg zwar auch in den genannten Monaten die Kurve wieder an, blieb aber gegen die des Vorjahres im August um 270 Fälle zurück. Die damalige Sterblichkeit in Lodz betrug 18%. In den Jahren 1915—1917 ereigneten sich in Lodz 1723, 605 und 934 Ruhrfälle, so daß ein erheblicher Rückgang in den beiden letzten Jahren zu verzeichnen war.

Auch wo in den kleineren Städten gehäufte Ruhrfälle sich ereigneten, wurden diese in den Seuchenspitälern isoliert mit dem Erfolge, daß die Seuche erlosch.

Die Stadt Warschau richtete im Jahre 1917 auf Antrag des Kreisarztes ein großes Ruhrkrankenhaus ein, um für das kommende Jahr vorbereitet zu sein. Der heiße Sommer des Jahres 1917 brachte denn auch eine erhebliche Zahl von Ruhrerkrankungen mit sich. Vom 1. Juli 1917 bis 1. Dezember 1917 ereigneten sich in Warschau 6026 Ruhrerkrankungen mit 2203 Todesfällen. Für das Jahr 1916 wurden aus Warschau 1057, für 1917 aber 6328 Fälle gemeldet, von denen 36 bezw. 2313 verstarben.

Im ganzen Verwaltungsgebiet kamen 1917 14154 Erkrankungen mit 3711 Todesfällen zur Meldung. Warschau beteiligte sich demgemäß an den Ruhrerkrankungen mit etwa 45%.

In Sosnowice, Plock, Pabianice und anderen Orten mußten neue Ruhrspitäler eingerichtet, in Czenstochau 65 neue Plätze in dem Seuchenkrankenhause geschaffen werden. Wo in den Dörfern noch Aborte fehlten, wurden dichte Gruben mit Abdeckung erbaut. Mit dem stärkeren Anschwellen der Ruhr häuften sich auch die Erkrankungen unter den Besatzungstruppen. Doch wurden die Standorte der Truppen mit gutem Erfolge auf etwa verborgene Fälle in der einheimischen Bevölkerung abgesucht.

Zu großen Epidemien aber, die, wie zu russischer Zeit, ganze Landstriche erfaßten, kam es in den Jahren 1915—1917 nicht.

Bezüglich des Erregers handelte es sich in Polen bald um Kruse-Shiga-, bald um Flexner-Bacillen. Als prädisponierende Momente spielten der Nahrungsmangel, der in den ärmeren Volksschichten schon zu einer gewissen Unterernährung geführt hatte, der Verzehr von schlecht ausgebackenem Brot, von rohem Gemüse (Gurken) und unreifem Obst, der durch die hohen Temperaturen wie im Sommer 1917 hervorgerufene übermäßige Durst, die plötzlichen, dem fast kontinentalen Klima entsprechenden Temperaturstürze mit der Folge von Erkältungen eine wesentliche Rolle. Von den auf den Dörfern noch vielfach im Freien abgelegten Fäkalien trugen die massenhaften Fliegen die Ruhr- und Typhuskeime auf Nahrungsmittel über. Da überall Pfützen,

Gräben, Teiche und Altwässer im Lande stehen, die durch Regenfälle oder Überschwemmung der nicht regulierten Bäche und Flüsse immer wieder aufs neue gefüllt werden, war der Versuch, die Fliegenplage zu beseitigen, von vornherein aussichtslos. Doch wurde, wo Ruhr (und Typhus) in größerer Zahl auftrat, für die Läden und Verkaufsstände das Überdecken der roh zu genießenden Nahrungsmittel mit engmaschiger Gaze angeordnet. Gründliche Desinfektionen, insbesondere der Aborte und Düngerstätten sind auch zur Vernichtung der Ruhrerreger jedesmal ausgeführt worden. Der kühle Sommer und Herbst in den Jahren 1915 und 1916 unterstützte die sanitätspolizeilichen Maßnahmen.

Die in Deutschland in den Jahren 1917 und 1918 aufgetretenen Ruhrerkrankungen waren, soweit bekannt, größtenteils durch beurlaubte Soldaten von den verschiedenen Fronten eingeschleppt worden. In Oberschlesien lieferte auch der ausgedehnte Verkehr mit dem benachbarten polnischen Kreise Bendzin eine größere Zahl von Infektionen.

Vom 1. März bis 30. September 1918 ereigneten sich im ganzen Verwaltungsgebiete nur noch 1157 Erkrankungen mit 229 Todesfällen. Die Seuche blieb also gegen die Vorjahre ganz außerordentlich zurück. Zum Teil mag hierzu das kühle und regnerische Wetter beigetragen haben. Es war aber auch angeordnet worden, daß die Umgebung von Ruhrkranken regelmäßig mit dem Dysbakta-Impfstoff schutzgeimpft würde. Leider kann über den Einfluß der Schutzimpfung nichts angegeben werden, da die Berichte der Kreisärzte und Seuchenkommissare bei Beendigung der Verwaltung noch nicht vorlagen.

g) Übertragbare Genickstarre.

Die übertragbare Genickstarre ist im Verwaltungsgebiet nach unseren Beobachtungen selten. Während in den Jahren 1904—1907 die große und mörderische Epidemie in Oberschlesien tobte, sollen die angrenzenden Kreise Bendzin und Czenstochau von Genickstarre frei gewesen sein. Erst nach Ablauf der Epidemie in Oberschlesien sind einige Fälle in den genannten Kreisen aufgetreten, so daß der Ursprung der Seuche nicht in Russisch-Polen gesucht werden kann. Vom Jahre 1915 bis Ende 1917 sind aus dem Verwaltungsgebiet nur 53 Erkrankungen mit 18 Todesfällen gemeldet worden. Auch im Jahre 1918 kam Genickstarre nur vereinzelt vor. Vom 1. März bis 30. September wurden 14 Erkrankungen angezeigt, von denen 5 tödlich endeten. Die meisten Erkrankungen wurden auch bakteriologisch gesichert. Die Bekämpfung geschah nach den Grundsätzen des Preußischen Seuchengesetzes von 1905. Die Krankheitserscheinungen boten das übliche Bild.

h) Kindbettfieber.

Im Jahre 1915 wurden 7 Erkrankungen mit einem Todesfall, 1916: 21 mit 6, 1917: 36 mit 15 und vom 1. März bis 30. September 1918: 114 Erkrankungen mit 49 Todesfällen gemeldet. Die Anzeigepflicht für Kindbettfieber ist erst Ende Oktober 1917 erlassen worden[1]. Diese Statistik ergibt naturgemäß noch kein sicheres Bild der wirklichen Verhältnisse, nachdem die Anzeigepflicht erst ein Jahr in Wirkung war.

[1]) Die Südpreußische Regierung führte bereits im Jahre 1796 die Anzeigepflicht für Kindbettfieber ein.

Soviel aber kann gesagt werden, daß das Kindbettfieber auf dem flachen Lande nicht häufig zu sein scheint, obwohl die Hygiene der Geburt hier noch sehr im argen liegt (s. Abschnitt 10, Hebammen). Viel häufiger als die unsachgemäße Hilfe bei den Geburten führten die während der Kriegszeit noch zahlreicher gewordenen kriminellen Eingriffe gewissenloser Abtreiberinnen in den Städten Kindbettfieber herbei, eine Erfahrung, die uns von polnischen Ärzten bestätigt wurde. Die Kreisärzte bezw. ihre Stellvertreter wurden angewisen, in jedem Falle Ermittelungen anzustellen und Bericht zu erstatten. Wo es sich nicht um wahrscheinlich künstliche Aborte handelte, waren zurückgebliebene Nachgeburtsreste, Schmutz in der Wohnung und den Betten und die Tätigkeit von Babka's als Ursachen des Kindbettfiebers festzustellen. Die Frauen wurden meist in die Krankenhäuser aufgenommen. Über die durch Ärzte ausgeführte Geburtshilfe ist in Abschnitt 4 das Nötige gesagt worden.

i) Scharlach.

Auch der Scharlach war im Verwaltungsgebiet zu Hause. Bald handelte es sich um gehäufte Fälle, die in den Ortschaften auftraten, bald schwoll ihre Zahl epidemisch an, indem auch die Nachbarorte in großer Ausdehnung befallen wurden. Im Jahre 1915 machte sich eine mit hoher Sterblichkeit einhergehende Epidemie im Kreise Wloclawek bemerkbar, die dann südwärts die Posener Grenze entlang im Jahre 1916 durch die Kreise Slupca und Kalisch zog. Sie dehnte sich allmählich auf die Kreise Turek, Sieradz und im Jahre 1917 auf die Kreise Lask und Lenczyca aus. Auch im Kreise Wielun ereigneten sich in diesem Jahre zahlreiche Scharlachfälle. Die Seuche verlor allmählich ihre Schärfe. Eine weitere Scharlachepidemie ereignete sich im Jahre 1917 im Kreise Szczuczyn, der südlich der masurischen Seenplatte Ostpreußens gelegen ist.

In den beiden Großstädten erlosch der Scharlach nicht. Nach der Statistik des Warschauer Gesundheitsamtes verstarben im Jahre 1877: 150, 1881: 254, 1896: 173, 1898: 164 und 1913: 100 Personen auf 100000 Einwohner. Dazwischen liegen Jahre von geringerer Mortalität. In diesen kann man durchschnittlich eine Sterblichkeit von 105 auf Hunderttausend feststellen.

Im Jahre 1915 kamen im ganzen Lande 4933, 1916: 6181 und 1917: 2644 Erkrankungen mit 760, 753 und 307 Todesfällen zur Anzeige. Vom 1. März bis 30. September 1918 ereigneten sich 921 Erkrankungen, von denen 94 tödlich endeten. Eine Anzahl leichterer Fälle mögen, weil weder Arzt noch Feldscher zugezogen war, unbekannt geblieben sein. Die durchschnittliche Sterblichkeit berechnete sich auf 13,2 %. Die Jahre 1917 und 1918 lassen einen starken Rückgang des Scharlachs erkennen.

Bei den genannten Epidemien konnte durch energische Maßnahmen, vornehmlich durch die Absonderung der Kranken in den Seuchenspitälern, eine Abnahme und schließlich ein Verschwinden der Seuche erzielt werden.

k) Diphtherie.

In den Jahren 1915 bis einschließlich 1917 wurden 4808 Erkrankungen mit 748 Todesfällen gemeldet, im Jahre 1918 (bis zum 1. November) 660 Erkrankungen

mit 71 Todesfällen. Auch hier werden leichte Fälle der behördlichen Kenntnis entgangen sein.

Überaus große Mengen von Diphtherieserum wurde dauernd aus Deutschland eingeführt und in der amtlichen und zumeist auch privatärztlichen Bekämpfung der Krankheit benutzt. Vielleicht ist die geringere Sterblichkeit von 10 % im Zeitraum bis zum 1. November wenigstens teilweise auf den von uns begünstigten allgemeineren Gebrauch des Serums zu beziehen, während noch in den Jahren 1915 bis 1917 die Mortalität 15 % betrug. Die polnische Serum-Gesellschaft in Warschau stellte in ihrem gut eingerichteten Laboratorium eine Anzahl von Impfstoffen und Seren, darunter auch Diphtherieserum her. Diese wurden auf Veranlassung der Medizinalverwaltung in dem Institut für experimentelle Therapie in Frankfurt am Main auf ihre Wertigkeit und sonstige Beschaffenheit nachgeprüft. Es ergab sich, daß die Seren steril und sonst brauchbar waren, aber nur etwa die Hälfte des in Deutschland vorgeschriebenen Mindestgehaltes an Immunisierungseinheiten besaßen, von ihnen also die doppelte Menge eingespritzt werden mußte, um einen wirksamen Schutz zu erreichen. Zur Seuchenbekämpfung, die die deutschen und polnischen Medizinalbeamten ausübten, wurde dieses Serum nicht benutzt.

Nach der Statistik des städtischen Gesundheitsamtes hatte Warschau in den Jahren 1879—1885 eine sehr hohe Sterblichkeit an Diphtherie. Die Mortalität schwankte zwischen 125 und 176 Todesfällen auf das Hunderttausend der Bevölkerung. Nach 1894 aber ist, jedenfalls infolge der Verwendung des 1891 entdeckten Heilserums, die Sterblichkeit ganz außerordentlich zurückgegangen. Sie überstieg niemals mehr die Zahl 70 (1914), hatte aber meist nur die Höhe von durchschnittlich 40 Fällen auf 100000 Einwohner.

l) Tuberkulose.

Schon immer war in Polen die Tuberkulose sowohl unter der polnischen wie unter der jüdischen und deutschen Bevölkerung ungemein ausgebreitet. Der staatswissenschaftliche Bericht des Preußischen Kammerdepartements Warschau vom Jahre 1805 führt an, daß die „Lungensucht" die häufigste Todesursache sei. Sie nahm stellenweise einen geradezu erschreckenden Umfang an und rottete viele Familien aus. Während der Okkupationszeit sahen die deutschen Kreisärzte Tuberkulose der Haut, Hirnhaut, Drüsen, Gelenke, Knochen, Lungen und auch vielfach Miliar-Tuberkulose in fast allen Bezirken und in jedem Lebensalter. Der Kreisarzt von Lenczyca fand unter 1200 Kindern des ländlichen Kreises 1022 skrofulös und von 1500 Erwachsenen 122 mit Lungentuberkulose und 28 mit Knochen- oder Hauttuberkulose behaftet.

Die Gründe für eine derartige Verbreitung waren die Unkenntnis der einfachen Bevölkerung über das Wesen der Erkrankung, die unhygienischen Lebensgewohnheiten, die Armut und die besonders bei den Juden entsetzlichen Wohnungsverhältnisse. Bei der jüdischen Bevölkerung sprachen hierbei auch die frühen, in noch nicht reifem Alter geschlossenen Ehen und die vielen Schwangerschaften der Frauen mit[1]).

[1]) Kurpjuweit berichtet, daß auch die Juden in den polnischen und wolhynischen Gegenden am Bug und Pripet unter Lungentuberkulose sehr zu leiden hätten. Veröffentlichungen aus dem Gebiet der Medizinalverwaltung. Berlin 1918, 5. Heft.

In Warschau belief sich in den Jahren 1910—1915 nach der Statistik des städtischen Gesundheitsamtes die Sterblichkeit an Tuberkulose auf 16,6—17,5 °/₀ der allgemeinen Sterblichkeit. Im Jahre 1915 starben so bei einer Einwohnerzahl von 867000 Personen 21193 Menschen und von diesen 3553 an Tuberkulose. An Lungenschwindsucht verstarben in den genannten Jahren 2—5 mal soviel Personen mehr als an den übrigen Tuberkuloseformen. Im Jahre 1916 stieg die Sterblichkeit an Tuberkulose auf 26,7 °/₀ der allgemeinen Sterblichkeit. An den Sterbefällen infolge übertragbarer Krankheiten nahm die Tuberkulose im Jahre 1916 mit 30,7, im Mai 1917 aber mit 85,5 °/₀ teil. In diesem Monat betrug die Mortalität 33,2 °/₀ der Gesamtsterblichkeit. Im Jahre 1917 erlagen nach genannter Quelle 84 auf je 10000 Einwohner der Tuberkulose. In den Krankenhäusern wurden in dieser Zeit 9100 Tuberkulöse verpflegt, d. h. 21 °/₀ der Gesamtzahl der Kranken. Es beteiligte sich hieran wesentlich mehr die christliche als die jüdische Bevölkerung.

Aus Lodz sind für die Jahre 1910—1914 genauere Sterblichkeitsdaten für die Tuberkulose nicht zu ermitteln. Im Jahre 1915 betrug die Sterblichkeit an Tuberkulose 23,8 und im Jahre 1916: 28,5 °/₀ der Gesamtsterblichkeit, und forderte im ersteren Jahre dreimal, im letzteren Jahre zweimal soviele Opfer als alle übrigen Infektionskrankheiten zusammen.

Ähnliche Erfahrungen konnten auch im ländlichen Kreise Lask gemacht werden, wo vom 1. Oktober 1916 bis Ende Februar 1917 die Sterbefälle an Tuberkulose die Gesamtzahl aller Sterbefälle an übertragbaren Krankheiten um das doppelte übertrafen. In Lodz und seinen Nachbarkreisen befällt die Erkrankung von jeher heftig die arme Weberbevölkerung.

Im Jahre 1917 wurden, obwohl die Anzeigepflicht für Todesfälle an Lungen- und Kehlkopftuberkulose erst am 1. Juli eingeführt wurde, bereits 3976 Sterbefälle aus dem Verwaltungsgebiet gemeldet. Vom 1. März bis zum 30. September 1918 kamen fast 7000 Todesfälle zur Anzeige. Bekannt ist, daß während des Krieges auch in zivilisierten Ländern die Sterblichkeit an Tuberkulose erheblich anstieg. So verstarben in Preußen im Jahre 1913 37000 Personen daran, im Jahre 1917 aber etwa 54500.

Eine Statistik über die Zahl der Tuberkulose-Erkrankungen und ihr Verhältnis zu der gesunden Bevölkerung in den Städten, namentlich aber auf dem platten Lande war nicht vorhanden. Ein Versuch, während des Krieges eine solche aufzustellen, war unmöglich und hätte auch bei dem Umstande, daß mehrere hunderttausend Angehörige der mittleren gesunden Altersschichten außer Landes waren, ein einseitiges Bild ergeben. Es steht aber fest, daß die Tuberkulose in Polen häufig ist, und es ist unzweifelhaft, daß sie während des Krieges erheblich zugenommen hat. Zwar sprach die größere Zahl der im Jahre 1917 in den Krankenhäusern behandelten Tuberkulösen nicht ohne weiteres hierfür, da durch die Unterbringung der Infektionskranken in den Absonderungshäusern jetzt mehr Raum für die Tuberkulösen in den allgemeinen Krankenhäusern sich bot und andererseits die Kranken infolge der häuslichen Ernährungsschwierigkeiten und eines gewissen behördlichen Druckes sich im allgemeinen lieber in die Krankenhäuser aufnehmen ließen als früher. Doch erhielten wir schon im Jahre 1917 zahlreiche Mitteilungen zuverlässiger Ärzte, die auch aus den rein ländlichen Bezirken ein Anwachsen der Tuberkulose berichteten.

Was bisher im Lande gegen die Tuberkulose geschah, beschränkte sich im ganzen auf folgendes: In Warschau und in Lodz bestehen Gesellschaften zur Bekämpfung der Tuberkulose. In letzterer Stadt sind auch etwa 200 Betten für Tuberkulöse bereits zur Verfügung. In Warschau sind drei Fürsorgestellen eingerichtet. Die Fürsorgestellen (Ambulatorien nach Calmette) haben hohe, luftige und helle Zimmer, in denen die kostenlose Behandlung stattfindet. Das Pflegepersonal besucht die Kranken auch in ihren Wohnungen und unterweist sie praktisch in den Maßnahmen zur Verhütung von Infektionen in der Familie. Die Gesellschaften entfalten eine segensreiche Tätigkeit, doch sind ihre Kräfte für eine in das ganze Land eindringende Tätigkeit zu schwach. Ebenso ist die Leistung der 3 kleinen Sanatorien in Otwock, des Tuberkulose-Sanatoriums in Rutka, Kreis Minsk-Mazowiecki, und einer Heilstätte im Landkreise Lodz ein Tropfen auf den heißen Stein. Die städtische Deputation für das Krankenhauswesen in Warschau beschloß im Jahre 1918 in Mienia, Kr. Minsk-Mazowiecki, ein Krankenhaus mit 500 Betten für Lungenkranke und eine Kolonie für genesende Kinder einzurichten.

Eine planmäßige Bekämpfung der Tuberkulose konnte die deutsche Medizinalverwaltung, um ihre bereits durch die Bekämpfung der massenhaften, akut auftretenden Infektionskrankheiten äußerst angespannten Kräfte nicht zu zersplittern, zumal im Kriege mit allen seinen Begleitumständen, nicht in Angriff nehmen. Zu einem systematischen Feldzuge gegen die Tuberkulose fehlte es im Lande ja auch an Ärzten und an einem zu solchen Zwecken ausreichend vorgebildeten Pflegepersonal. Tuberkulose-Fürsorgeschwestern, mit denen man eine in die Familien eindringende Arbeit hätte leisten können, waren nicht vorhanden und auch nicht zu beschaffen. Ohne eine solche Fürsorge aber bleibt bekanntlich die Bekämpfung der Tuberkulose Stückwerk. Ferner konnten die nötigen Geldmittel nicht aufgebracht werden, um eine umfassende Tätigkeit, die in den Städten und auf dem Lande hätte einsetzen müssen, zu finanzieren.

Immerhin hat die Medizinalverwaltung zur Linderung der Schäden soweit wie möglich beigetragen. Die Anordnung der vom Staatsrat gewünschten Anzeigepflicht für „offene" Tuberkulose mußte zwar unterbleiben, weil die bakteriologischen Anstalten der Verwaltung, die militärischen Untersuchungsämter, das kleine Laboratorium des städtischen Gesundheitsamtes in Warschau und das kleine bakteriologische städtische Untersuchungsinstitut in Lodz die Unzahl der zu erwartenden Auswurfuntersuchungen neben ihren vielfältigen anderen Aufgaben nicht hätten bewältigen können. Doch wurde die Anzeige für „Todesfälle an Lungen- und Kehlkopftuberkulose" eingeführt, und für diese Fälle die Desinfektion der Wohnungen, der Betten, Kleidung, Wäsche usw. vorgeschrieben. Die Kreischefs und Polizeipräsidenten wurden angewiesen, darauf zu achten, daß selbst in ländlichen Krankenhäusern Betten für Tuberkulöse in besonderen Räumen bereit gestellt würden, und darauf hinzuwirken, daß mehr als bisher schwere Formen von Tuberkulose daselbst Unterkunft fänden. Bis zum 1. 1. 1918 waren so in den Krankenhäusern bereits 2097 Betten für Tuberkulöse vorhanden. Während der ganzen Okkupationszeit haben aber schon immer die deutschen Kreisärzte in den Krankenhäusern Tuberkulinkuren und die erforderlichen chirurgischen Eingriffe bei der einheimischen Bevölkerung ausgeführt.

Ferner wurde der „Haupthilfsausschuß zur Linderung der Not in Polen", der sich mit der Unterbringung von städtischen Kindern auf dem Lande befaßte, ersucht, die Kinder vor ihrer Abreise auch auf Tuberkulose untersuchen zu lassen und die Pflegestellen anzuweisen, leicht tuberkulöse Kinder von den übrigen abzusondern und etwaigen Auswurf zu sammeln und unschädlich zu machen. Schwer tuberkulöse Kinder dürften, wenn sie überhaupt reisefähig wären, nur in besonderen Pflegeheimen untergebracht werden. Den Schulverwaltungen ist die Aufstellung von Spucknäpfen in allen Klassen und die Vernichtung des Auswurfs zur Pflicht gemacht worden. Die Pläne für eine in Galkow, Kreis Brzeziny, von der deutschen Verwaltung des Polizeibezirks Lodz beabsichtigte Lungenheilstätte für 60 Männer wurden geprüft. Im Anschluß an das Kreiskrankenhaus in Wloclawek wurde eine Baracke für Tuberkulöse von 28 Betten mit einem Kostenaufwandd von 159000 Mark erbaut. Sie erhielt eine große Liegehalle. Auch sonst sind bei einer größeren Zahl von Krankenhäusern Liegehallen eingerichtet worden. Im Kurs für polnische Medizinalbeamte war auch eine theoretische Vorbereitung der Amtsärzte auf dem Gebiete der Tuberkulosefürsorge vorgesehen. Das Ministerium für öffentliche Gesundheitspflege gab den polnischen Medizinalbeamten im Jahre 1918 die Instruktion, für Tuberkuloseberatungsstellen in den Städten einzutreten. Die deutsche Medizinalverwaltung unterstützte dieses Vorgehen und prüfte auch das zur Bekämpfung der Tuberkulose geplante Gesetz, das der Regentschaftsrat zu erlassen beabsichtigte.

Gründlich für Wandel zu sorgen und namentlich auch durch eine geregelte Wohnungshygiene unersetzliche Volkskraft dem Lande zu erhalten, wird eine dauernde Sorge der polnischen Regierung sein müssen.

Dem ärztlichen Beirat des Staatsrates wurde empfohlen, bei der Organisation des Medizinal- und Sanitätswesens in Polen Kreis-Gesundheitsämter zu begründen, deren technischer Leiter der Kreisarzt ist. Unter ihm soll sich ein sozialhygienisch besonders ausgebildeter amtlicher Assistenzarzt mit den Fürsorgen beschäftigen, die sich außer auf die Tuberkulose, auch auf die Fürsorge für die Säuglinge und überhaupt das Kleinkinderalter zu erstrecken hätte. Die Fürsorgetätigkeit würde dann von dem Gesundheitsbeamten des Kreises mit Hilfe vorgebildeter Fürsorgeschwestern straff gehandhabt werden müssen. Die private Wohltätigkeit aber wäre in diesen Rahmen zu bringen und erst dann konzentriert wirksam. Ferner würde in dem zu erlassenden Seuchengesetze die Anzeigepflicht auf die „offene" Tuberkulose auszudehnen sein, wenn erst genügend Medizinal-Untersuchungsämter begründet sind. Endlich wären auch weitere Lungenheilstätten, Waldschulen u. a., z. B. in dem Waldrevier zu Spala, wo staatliche Gebäude zur Verfügung stehen, einzurichten. Die gesamte Fürsorgetätigkeit aber sei straff zentralisiert von dem Gesundheitsministerium zu leiten.

m) Körnerkrankheit.

Die Körnerkrankheit (Trachom) ist in Polen häufig. Wenn ihr Auftreten auch nicht aus allen Kreisen des Verwaltungsgebietes bekannt geworden ist, so ist sie doch als einheimisch anzusehen. Die Erfahrungen des Verfassers über das Vorkommen der

Körnerkrankheit in Polen erstrecken sich auf die Tausende von Arbeitern, die aus dem ehemals russischen Gouvernement Petrikau, insbesondere aus den Kreisen Bendzin, Czenstochau, Nowo-Radomsk und Petrikau alljährlich die Grenzstation Preußisch-Herby passierten. Hier litt etwa jeder dritte Arbeiter an Trachom. Auch aus dem Kreise Wielun und Lenczyca sind erhebliche Krankheitsziffern berichtet worden. So fand der Kreisarzt des letzteren Kreises unter 433 Insassen des großen Sammelgefängnisses 53 Körnerkranke = 12 %; 5 Personen wiesen Kennzeichen einer überstandenen Erkrankung auf. In einer Kindersommerfrische bei Lodz erkrankten 24 Kinder an akutem Trachom. Sie konnten allmählich geheilt werden, ohne daß, abgesehen von einem Fall, die Hornhaut in Mitleidenschaft gezogen wurde. Die Behandlung hatte ein deutscher, im Militärdienst stehender Spezialarzt übernommen.

Eine systematische Bekämpfung der Körnerkrankheit war während der Kriegszeit aus bereits früher erwähnten Gründen unausführbar. Die Erkrankung wurde aber auch nicht der Anzeigepflicht unterstellt, da man bei dem Mangel an Ärzten richtige Anzeigen im allgemeinen kaum zu erwarten hatte. Bekannt ist ja, wie schwer das Leiden in seinen ersten Stadien vom Follikularkatarrh zu unterscheiden ist. Von 1915—1917 wurden 97 Fälle von Körnerkrankheit gemeldet, eine Zahl, die der Wirklichkeit in keiner Weise entspricht.

Wo es angängig war, sind die Trachomkranken in den Absonderungshäusern behandelt worden, bis die Ansteckungsfähigkeit beseitigt war. Die Ausschaltung körnerkranker Kinder aus der Schule wurde nach preußischem Muster angeordnet.

n) Rückfallfieber.

Bei jüdischen Wanderbettlern entdeckte im April 1917 der Kreisarzt von Rypin und fast gleichzeitig mit ihm der von Plock Erkrankungen, deren Fieberkurven den Verdacht auf Rückfallfieber erweckten. Die mikroskopische Untersuchung des Blutes ergab Rekurrensspirochaeten.

Da anzunehmen war, daß das Rückfallfieber, von dessen Vorkommen in Polen wir von den polnischen Ärzten nie etwas gehört hatten, nicht nur in den genannten Kreisen heimisch sei, wurde die Anzeigepflicht für den Krankheits- und Verdachtsfall angeordnet, eine Schilderung der Krankheitszeichen den Kreisärzten mitgeteilt und sanitätspolizeiliche Vorschriften über die Bekämpfung erlassen. Die Vorschriften verlangten die Absonderung der Kranken und Krankheitsverdächtigen in den Seuchenspitälern auf vier Wochen und die Beobachtung der Familienangehörigen und Hausbewohner im Quarantänehause auf 14 Tage, ferner Kennzeichnung der Häuser, Verkehrsbeschränkung für das berufmäßige Pflegepersonal und die Beseitigung des Ungeziefers am Körper, in der Kleidung, in der Wohnung (Betten usw.) und in den Herbergen durch Entlausung bezw. Desinfektion. Als ein die Krankheit günstig beeinflussendes Mittel wurde Neosalvarsan in intravenöser Anwendung empfohlen.

Alsbald mehrten sich nun die Anzeigen von Rückfallfieber. Gegenüber der Angabe Kurpjuweits[1]), daß in den polnischen und wolhynischen Gegenden am Bug

[1]) Kurpjuweit: Veröffentlichungen aus dem Gebiet der Medizinalverwaltung. Berlin 1918, Heft 5.

und Pripet das Rückfallfieber das Fleckfieber gewissermaßen abgelöst habe, traten in Polen die Rückfallfiebererkrankungen während der Fleckfieberpandemie in Erscheinung, eine Beobachtung, die schon der ausgezeichnete englische Arzt Murchison[1]) in seinem Werke über das Fleckfieber mitteilt und die auch Virchow bei der großen oberschlesischen Epidemie in den Jahren 1846/48 machte. Es wurden Erkrankungen aus den Kreisen Czenstochau, Wielun, Kalisch, Konin, Nieszawa, Wloclawek, Sieradz, Lodz Stadt, Lodz Land, Lenczyca, Kutno, Sochačzew, Rawa, Blonie, Gostynin, Warschau, Minsk-Mazowiecki, Garwolin, Lipno, Rypin, Plock, Sierpc, Plonsk, Przasnysz, Ostrolenka, Ostrow und Lomza gemeldet. Die befallenen Orte lagen an Bettlerstraßen, die uns bereits durch den Gang des Fleckfiebers bekannt geworden waren. Die Erkrankungen waren auf Infektionen in den Herbergen und heimlichen Schlupfwinkeln der Bettler zurückzuführen, da sie in ganz überwiegender Zahl die jüdischen Wanderbettler und höchst selten nur ortsansässige Juden der unteren Schicht betrafen, auf die durch die Bettler die Krankheit übertragen war. Die ortsansässigen Juden waren zumeist jüdische Handwerker.

Bei den an Rückfallfieber erkrankten Bettlern sind gelegentlich der Entlausung ihrer Effekten neben den ständigen Kleiderläusen auch oft Flöhe nachgewiesen worden. Sicherlich gab es ferner auch viele Wanzen in den Quartieren, in denen die Bettler übernachteten. Für die Übertragung der Rekurrensspirochaete können theoretisch wohl alle die blutsaugenden Insektenarten in Betracht kommen. In den Krankenhäusern aber, die von Wanzen und Läusen energisch freigehalten wurden, während Flöhe nicht restlos zu vertilgen waren, ereignete sich nur eine Infektion. Auch hätten die Flöhe als die flüchtigeren Insekten dem bei der Entlausung der Kleider beschäftigten Personal leichter als die Läuse Ansteckungen bringen können. Doch sind solche Übertragungen nicht beobachtet worden. In dem einzigen Falle, in dem ein Krankenwärter an Rückfallfieber erkrankte, waren alle Kranken mit Läusen und Flöhen behaftet eingeliefert worden. Bei der Erkrankung einer für das Lazarett tätigen Waschfrau aber konnte man es nicht ausschließen, daß Läuse den Keim übertragen hatten.

Es scheint uns daher, daß die Kleiderläuse wie die Fleckfieberkeime so auch die Rückfallfiebererreger vom Kranken auf den Gesunden übertragen. Dafür spricht auch unsere Erfahrung, daß beide Erkrankungen zur kalten Jahreszeit häufiger waren. Gegenüber der Annahme französischer Forscher, daß die Übertragung des Rückfallfiebers durch Zerquetschung der Laus gegen die menschliche Haut stattfände, hat Rocha-Lima[2]) auch Übertragung durch den Stich festgestellt. Es gelang ihm ferner nachzuweisen, daß die Rekurrensspirochaete in das Nervengewebe, in den Eileiter und in das Ei der Laus einzudringen vermag, so daß auch die auskriechenden Larven infektionstüchtig sein dürften.

Manchmal ereignete es sich, daß sämtliche Mitglieder der Bettlerfamilien erkrankt waren. Häufiger gelangten die Erkrankten, nachdem sie den ersten Anfall unter freiem

---

[1]) Murchison: Die typhoiden Krankheiten. Deutsch herausgegeben von W. Zülzer. Fr. Vieweg und Sohn, Braunschweig 1867.

[2]) Rocha-Lima: Übertragung des Rückfallfiebers und Fleckfiebers. Dtsch. Med. Wochenschrift. Berlin 1919. Nr. 27.

Himmel, in Scheunen, Sägemühlen, verbotenerweise aber auch in jüdischen Privatquartieren durchgemacht hatten, erst bei dem zweiten Anfall ins Krankenhaus. Gewöhnlich verlief die durch Salvarsan nicht beeinflußte Erkrankung, die kein Lebensalter bevorzugt, in 3 Anfällen, von denen der letzte der leichteste war. Sehr selten erfolgte noch ein vierter Anfall. Der Zwischenraum zwischen den ersten beiden Anfällen betrug 1—14, zwischen dem zweiten und dritten 2—11 und zwischen dem dritten und vierten 9—10 Tage. Der erste Anfall hatte 1—8, der zweite 1—6 und der dritte 2—4 Fiebertage. Das Fieber zeigte Kontinuaform, war aber auch nicht selten remittierend. Weitere Krankheitszeichen[1]) neben Schüttelfrost und hohem Fieber (40—41°) waren: beschleunigter Puls, der dem Fieber entsprach, Kopf-, Waden-, Glieder-, Gelenk- und Leibschmerzen, letztere manchmal mit Durchfällen einhergehend, bisweilen Luftröhrenkatarrh, Schmerzempfindlichkeit der Leber auf Druck, auch Leberschwellung (selten mit Ikterus verbunden), Milzschwellung (bei Kindern manchmal sehr große und harte Milz). Nach der Entfieberung ging bei Kindern ein selbst sehr umfangreicher Milztumor bisweilen so schnell zurück, daß man ihn einen Tag später nur eben noch am Rippenbogen fühlen konnte. Bei Beginn des zweiten Anfalls wurde einigemale eine erneute fühlbare Milzschwellung beobachtet. Das Sensorium, zumal bei jüngeren Individuen, war wenig getrübt, nur in seltenen Fällen bestand schwere Bewußtlosigkeit. Ein Kranker versuchte auf der Höhe des Fiebers im Tobsuchtsanfall die Krankenschwester zu ermorden. Einigemale wurden Krämpfe beobachtet, einmal eine Psychose. Viele klagten über Mattigkeit, hatten aber nur geringes Krankheitsgefühl und waren trotz höheren Fiebers kaum im Bett zu halten. In wenigen Fällen wurde Nasenbluten und blutiger Auswurf, einmal Blutsturz beobachtet. Exantheme fehlten fast immer; nur sehr selten wurde Roseola festgestellt. In diesen Fällen kann man einen Verdacht auf Mischinfektion mit Typhus nicht ganz unterdrücken, zumal wir Mischinfektionen mit Typhus (und auch Fleckfieber) sicher ermittelten. Die Krankheit endete gewöhnlich mit voller Genesung. Vom April 1917 bis 1. Januar 1918 wurden im ganzen 1526 Erkrankungen mit 5 Todesfällen = 0,3% gemeldet. Auf Lodz entfielen 368 Fälle, von denen 2 verstarben, auf Warschau 296 Erkrankungen mit 2 Todesfällen und auf Plock 246 Fälle ohne tödlichen Ausgang. Die Zahl der Erkrankungen nahm in der Folgezeit sehr bedeutend ab. Vom 1. Januar bis 31. Oktober 1918 ereigneten sich nur noch 313 Erkrankungen mit 3 Todesfällen. 61 Erkrankungen hiervon fielen allein auf Warschau. Den Erfolg der Bekämpfungsarbeit zeigt nachstehende Kurve (S. 682).

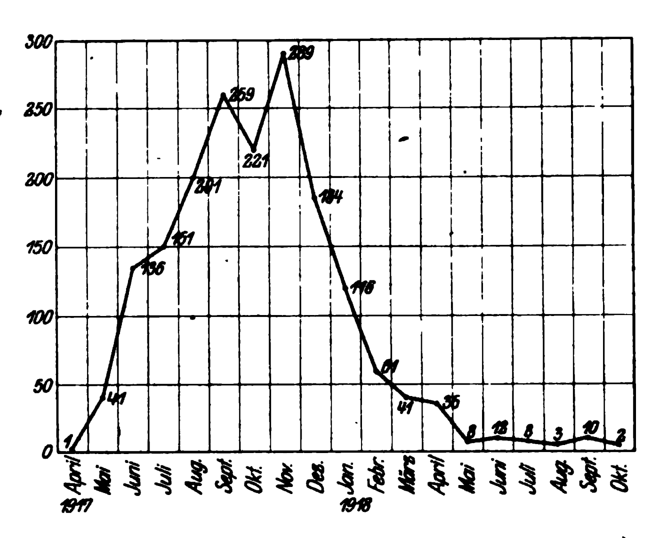
Die Spirochaeten konnten manchmal erst auf der Höhe des zweiten Anfalls nachgewiesen werden, obwohl die Erkrankung von anfang an im Krankenhause beobachtet wurde. Für gewöhnlich fand man sie zu Beginn oder in der Mitte des Anfalls im frischen Blutpräparat oder im Blutausstrich mit Karbolfuchsinfärbung. In der Umgebung Rekurrenskranker ermittelten wir bisweilen eine oder die andere Person,

---

[1]) Genauere klinische Beschreibung findet sich in der Arbeit von Dr. Mathias „Die Rückfallfieberepidemie im Generalgouvernement Warschau 1917—1918" Zeitschrift für Medizinalbeamte 1918. Nr. 24. In dieser Arbeit befindet sich auch ein Referat über die Ergebnisse der Spirochaetenforschung Dr. Sterlings aus dem Hygienischen Institut in Lodz.

die in ihrem Blut Spirochaeten beherbergte, ohne krank zu sein oder die Krankheit überstanden zu haben. Es ist daher wichtig, in der Umgebung eines Rekurrenskranken nach Spirochaetenträgern zu fahnden und nach dem Ergebnis die sanitätspolizeilichen und therapeutischen Schritte einzurichten.

Die möglichst bei Fieberbeginn vorzunehmenden, aber auch in der fieberfreien Zeit wirksamen Injektionen von Neosalvarsan (0,1—0,2 bei Kindern bis zu 8 Jahren, 0,3 - 0,4 bei Kindern von 8—13 Jahren und 0,6 bei Erwachsenen intravenös oder intramuskulär) riefen am folgenden oder spätestens am dritten Tage einen kritischen Abfall des Fiebers hervor. Die einmaligen Injektionen in richtiger Dosis verhinderten in 94% spätere Anfälle, so daß dann von einer Sterilisatio magna im Sinne Ehrlichs gesprochen werden konnte.



In sechs Prozent der Behandelten war noch eine zweite Einspritzung von Neosalvarsan nötig, da das Fieber wieder auftrat. Durch diese zweite Einspritzung aber, die nach etwa sechs Tagen verabfolgt wurde, blieben die Patienten dauernd fieberfrei. Bei den intramuskulären Neosalvarsankuren sind keinerlei lebensgefährliche Nebenerscheinungen beobachtet worden. Bei ganz kleinen Kindern, alten Leuten mit Herzmuskelentartung und Schlagaderverhärtung, bei Herzklappenfehlern ist namentlich für die intravenöse Behandlung eine geringere Dosierung geboten, als oben angegeben wurde. Nachdem hinreichendes Beobachtungsmaterial vorlag, wurde die Behandlung mit Neosalvarsan gewissermaßen als Seuchenbekämpfungsmaßregel angeordnet. Auch die Folgezeit lehrte, daß Schäden hierdurch nicht entstanden, wohl aber Spirochaetenherde ausgerottet wurden, wie dies in dem Rückgang der Erkrankungen zum Ausdruck kam.

Das Rückfallfieber schien den einheimischen Ärzten wenig bekannt gewesen zu sein. Man hielt die Fälle oft für Influenza, für Typhus oder für Fleckfieber. Die Sterblichkeitsstatistik von Warschau erwähnt Rückfallfieber überhaupt nicht. Es ist aber nicht gut anzunehmen, daß hier nie jemand daran gestorben ist, zumal das Febris recurrens nach Angaben in der Literatur bis zu 12% Sterblichkeit bedingen kann. Der Verfasser ermittelte mehrfach in kleinen ländlichen Krankenhäusern Temperaturkurven aus früherer Zeit, die ganz unzweifelhaft Rekurrensfällen angehörten, aber mit Typhus abdominalis bezeichnet waren. Ferner kamen auch im Jahre 1917 zunächst noch zahlreiche Fälle unter dem Verdacht auf Fleckfieber ins Krankenhaus. In der Tat war die schnelle Erkennung des Rückfallfiebers nicht immer möglich. Sie hing wesentlich von dem Zeitpunkt ab, mit dem die klinische Beobachtung einsetzte. Auch der Befund des positiven Widal und der positiven Weil-Felix-Probe, der gerade bei

jüdischen Kranken so häufig gleichzeitig erhoben wurde, trug zur Aufklärung nicht bei. Ein längerer Aufenthalt im Krankenhause, der schon bei Verdacht auf Rückfallfieber angeordnet war, und der Spirochaetennachweis tat dann aber das Übrige.

Bis zum 1. November 1918 erkrankte von den Besatzungstruppen niemand an Rückfallfieber.

o) Malaria.

Über die Verbreitung der Malaria im Verwaltungsgebiet haben wir ein genaues Bild nicht gewinnen können. Die bereits früher begründete Beschränkung, die wir uns bei der Bekämpfung übertragbarer Krankheiten auferlegen mußten, um wenigstens bei den wichtigsten und verheerendsten etwas zu erreichen, zwang uns, eine Anzeigepflicht für Malaria und Malariaverdacht nicht zu erlassen. Diese Anzeigepflicht hätte leicht auch ins Uferlose geführt, da bei einer Reihe von einheimischen Ärzten die Neigung vorlag, vielerlei fieberhafte Erkrankungen für Malaria zu halten, ohne daß eine genügende Sicherung klinischer und biologischer Art geschaffen war. Dies konnte von den deutschen Kreisärzten mehrfach nachgewiesen werden. Sogar Tuberkulosefälle wurden als Malaria bezeichnet.

Immerhin ist es unzweifelhaft, daß Malaria in manchen Gegenden des Verwaltungsgebietes heimisch ist und in größerer Ausbreitung jedenfalls in früheren Zeiten bestanden hat. So soll „die Milz von Lenczyca“ bereits im Mittelalter bekannt gewesen sein. Epidemisch ist Malaria zur Zeit der deutschen Verwaltung aber in diesem Kreise sicher nicht mehr aufgetreten. Der Kreisarzt beobachtete bis Ende 1917 selbst nur 4 Fälle. Auch wurde berichtet, daß die Landbevölkerung im Kreise Plonsk und in der Bzuraniederung im Kreise Sochaczew und in der Umgebung von Nieborow, Kreis Lowicz, gewohnt sei, bei den charakteristischen Fieberanfällen Chinin zu nehmen, und aus dem Kreise Skierniewice erfuhren wir, daß die Gutsbesitzer ihren Leuten in solchen Fällen Aspirin und andere Mittel verabreichten.

Sollte, was höchstwahrscheinlich ist, unsere Beobachtung nur vereinzelter Fälle von Malaria den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen, so ist nicht von der Hand zuweisen, daß die Gefahr eines weiteren Umsichgreifens der Krankheit zweifellos besteht, da die Anopheles-Mücke häufig ist und bei der fehlenden Regulierung der Wasserläufe noch lange Jahre günstige Lebensbedingungen im Lande besitzen wird. Anopheles wurde im Gebiet links der Weichsel gesehen: in Alexandrowo, Kreis Nieszawa, in Wloclawek und Umgegend, in den sumpfigen Gegenden des Kreises Gostynin, in den Bzura-Sümpfen bei Lenczyca, in Nieborow, Kr. Lowicz, im Kreise Sochaczew (in den Häusern von Ortschaften der Bzura- und Rawkaniederung), im Kreise Skierniewice (in den Überschwemmungsgebieten der Lupia und Skiernewka) und in den Kreisen Blonie, Grojec und Warschau Land. Im Kreise Brzeziny stellte der Kreisarzt, ein früherer Tropenarzt, zahlreiche Exemplare von Anopheles maculipennis in den Wohnungen fest und fand Eier und Larven in Teichen, Gräben, Pfützen und Brunnen. Brutstätten der Mücken sind ferner der Park zu Kalisch, der an der Prosna sich hinzieht, der von Opatowek, Kreis Kalisch, ferner der Sachsengarten und der Lazienki-Park zu Warschau. Auch in einigen Krankenhäusern Warschaus konnten Mücken festgestellt werden. Im Kreise Lask ist

in der Umgebung von Pabianice ihr Vorkommen wahrscheinlich. Im Gebiet rechts der Weichsel traf man die Malariamücke an den sumpfigen Ufern der Wilga (Kreis Garwolin), ferner im Sumpfgebiet des Narew in den Kreisen Wysokie-Mazowieckie, Lomza und Ostrolenka an. Die Infektionen im letzten Kreise bezogen sich immer auf Einwohner der Ortschaften an diesem Flusse. Malariamücken zeigten sich auch in Szpetal-Dolny, an der Weichsel im Kreise Lipno gelegen.

Die Anopheles ist weiter vielfach im Bagno von Ossowiec, Kr. Szczuczyn, in den sumpfigen Niederungen des Bug bei Brest-Litowsk und in den östlich davon gelegenen Rokitnosümpfen nachgewiesen. Sie fand sich auch im Urwalde von Bialowies, Gouvernement Grodno, wo ich selbst Gelegenheit hatte, sie zu fangen.

In den Jahren 1915 bis 1917 incl. berichteten die Kreisärzte von Mazowieck, Wengrow, Ostrolenka, Szczuczyn, Rypin, Plonsk, Garwolin, Gostynin, Lenczyca, Lask, Lodz, Skierniewice, Blonie und Sochaczew und Warschau 35 klinisch sichere Malariafälle aus der einheimischen Bevölkerung. Die charakteristische Fieberkurve, die Milzschwellung und die erhebliche Blutarmut ließen an der Diagnose keine Zweifel aufkommen. Daneben gelang der Nachweis der Malariaparasiten in 10 Fällen. In einem weiteren Fall wurden gelegentlich der Untersuchung des Blutes eines Typhuskranken (Widal 1 : 1600 positiv) Malariaplasmodien (Gameten) entdeckt. Im Jahre 1918 ereigneten sich noch Malariafälle in den Kreisen Kolno, Lowicz, Ostrow und Wloclawek. Einer dieser Fälle betraf einen Flößer, der vom Augustowo-Kanal im Gebiet von Suwalki gekommen war.

In Warschau wurden in den Jahren 1912—1916 30 Malariafälle (darunter 3 von tropischer Malaria) bekannt, die sämtlich mikroskopisch festgestellt worden sind. Ein Teil der erkrankten Personen war aus dem Kaukasus und Turkestan zugezogen.

Das Vorkommen der Malaria im Generalgouvernement wurde uns weiter durch Erkrankungen von deutschen Soldaten bestätigt, die im militärischen Malarialazarett in Warschau neben allerdings unvergleichlich viel mehr Kranken, die aus dem Kampfgebiet der Rokitnosümpfe eingeliefert wurden, aufs genaueste beobachtet worden sind. Bei den Fällen, die aus dem Verwaltungsgebiet stammten, handelte es sich um Einzelerkrankungen in den über das Land verstreuten Kommandos. Diese Erkrankungen waren wohl auf die Zivilbevölkerung zurückzuführen. Zahlreiche Fälle auf den Truppenübungsplätzen aber wiesen auf die Parasitenträger unter den Soldaten selbst hin, wozu die Ansammlung größerer Truppenmengen eine hinreichende Ursache bildete. Das starke Befallensein der Truppenmassen an der Ostfront mußte nach Ansicht des Stabsarztes Dr. Munk[1]) ebenso begründet werden, zumal dort ja auch die einheimische Bevölkerung in weitestem Umfange aus militärischen Gründen abgeschoben worden war.

Die uns bekannt gewordenen Erkrankungen von Landsturmleuten ereigneten sich in den Kreisen Nieszawa, Sierpc und Lowicz und in Lodz selbst. Ein Landsturmmann in Lodz indessen hatte die Erkrankung sicher beim Heumachen in der Gegend von Baranowitschi in Weißrußland erworben und wurde erst etwa 1 Jahr später in Lodz als malariakrank ermittelt.

---

[1]) Dr. Munk: Kriegserfahrungen bei Malaria. Berliner Klin. Wochenschrift Nr. 47 und 48.

Die in der Zivilbevölkerung beobachteten Malariafälle waren zumeist durch den Tertiana- selten nur durch den Quartana-Parasiten hervorgerufen. Sie wurden sämtlich in den Krankenhäusern mückenfrei abgesondert.

Der Fleckfieberkommissar in Wloclawek behandelte einige Malariakranke der Tertianaform mit Neosalvarsan (dreimal 0,6 g in Abständen von 6 Tagen) und konnte bereits nach der ersten Einspritznng im peripheren Blute die Parasiten nicht mehr nachweisen. Vom 1. März bis 30. September 1918 wurden 160 Malariafälle gemeldet. Näheres kann ich hierüber nicht mitteilen, da die Akten der Medizinalverwaltung in Polen zurückbleiben mußten. Ein Fall von diesen bezog sich auf einen Rückwanderer. Die für die gefährdeten Kreise beabsichtigte Anlage von staatlichen Chinindepots, aus denen das Mittel unentgeltlich an die Bevölkerung abgegeben werden sollte, verbot sich leider wegen des auch in Deutschland herrschenden Mangels an Chinin und wegen seines ungeheuren Preises.

p) Geschlechtskrankheiten.

Auf diesem Gebiete wurde die Medizinalverwaltung in unsagbar traurige Zustände eingeweiht, die abgesehen von der gewaltigen Verseuchung der Landeseinwohner mit Geschlechtskrankheiten auch ein außerordentlich tragisches Bild von der Moral weiter Kreise enthüllten. Letzteres kann hier nur erwähnt werden, da dieses Kapitel mehr in die Kultur- und Sittengeschichte gehört. Der organisierte, nur von Juden betriebene Mädchenhandel, der die fernsten Länder mit „Ware" versorgte, das im jüdischen Proletariat häufige Verkuppeln der oft ganz jungen eigenen Kinder, die man auch in Bordellen feilhielt, die von den verderbten russischen Polizeiorganen begünstigte, ungemein verbreitete geheime und öffentliche Prostitution, die zahlreichen Freudenhäuser, Absteigequartiere und „möblierten Zimmer", die berüchtigten „Badeanstalten", der in der Bevölkerung durch schlechte Erziehung und Neigung zu bequemer, wenn möglich üppiger Lebensführung herbeigeführte frühzeitige Geschlechtsverkehr, die zahlreichen Verbrechen gegen die Sittlichkeit, die häufigen Abtreibungen der Leibesfrucht, die man auch während der Zeit der deutschen Verwaltung feststellte, und überhaupt eine ziemlich allgemein verbreitete Schwäche der moralischen Auffassung, in der die russischen Regierungskreise ein übles Beispiel boten, sind die scharfen Lichter auf diesem Bilde.

Die geheime und gewerbsmäßige Prostitution, der sich bereits sehr junge Mädchen (von 10 Jahren an) und die höchsten Lebensalter (bis zu 80 Jahren) hingaben, mußte bei der Unbildung des Volkes, der angeborenen Leichtlebigkeit, dem Hange, äußerlich zu glänzen, aber wenig zu arbeiten, während des Krieges noch ganz ungemein anwachsen. Zuzugeben ist, daß infolge des Rückganges der großen Industrie in Warschau, Lodz, Sosnowice und Czenstochau und infolge des anfänglich erheblichen Arbeitsmangels breiter Volksschichten ein Teil der brotlos gewordenen Arbeiterinnen auf den Weg der Prostitutien gedrängt wurde, so daß Not und wohl selbst der Hunger zur Verwahrlosung den Anlaß gab[1]). Ferner mag bei der gesteigerten Geschlechtsneigung

[1]) Auch in Preußen stieg besonders im ersten und zweiten Kriegsjahr die Zahl der geheimen Prostituierten an. Damals konnte man die Abnahme der Arbeitsmöglichkeit für weibliche Per-

kräftiger Männer wie der Soldaten, auch die Nachfrage bestimmend für diesen Markt gewesen sein, als die russischen, deutschen und österreichischen Armeen das Land durchzogen und das ungewisse Schicksal bei manchem Krieger die sittlichen Hemmungen lockerte. Endlich mag der Reiz der Neuheit und der Anblick so vieler schmucker Männergestalten den ohnehin nicht sehr gefestigten moralischen Halt der weiblichen Bevölkerung, z. B. auch der Reservistenfrauen, ins Wanken gebracht haben. Insoweit würde man also von Folgen des Krieges zu sprechen haben. Aber schon vorher war nach unseren Ermittelungen die Prostitution ein kaum absehbarer Schaden, der an den Kräften des Landes zehrte, zumeist natürlich in den großen Städten, allen voran in Warschau und in Lodz, der „Stadt der großen Liebe", weniger in den kleinen Orten, am seltensten auf dem flachen Lande.

Gegen die unter den feilen Dirnen schon damals sehr verbreitete Lustseuche schritt die Regierung von Südpreußen im Jahre 1797 mit Krankenhauszwang und öfterer Untersuchung ein.

Was später die russischen Behörden taten, um dem Übel abzuhelfen, kam dem Nichts gleich. Zwar waren gesetzliche Bestimmungen erlassen; die Durchführung aber unterblieb oder geschah so wenig straff, daß man dem von polnischer Seite oft gehörten Ausspruche, die zaristische Regierung habe diese Frage absichtlich vernachlässigt, um das polnische Volk zu verderben, eine gewisse Berechtigung nicht aberkennen kann. So zum Beispiel wirkt der § 155 des Russischen Gesetzes über Verhütung und Bekämpfung von Verbrechen[1]) gegenüber der Wirklichkeit lediglich als Kuriosum.

Eine gewisse Überwachung der gewerbsmäßigen Prostitution hat zwar zur Zeit der Russenherrschaft bis zum Jahre 1905 stattgefunden. Die ärztliche Untersuchung der Bordellmädchen war vorgeschrieben. Was wir jedoch von einer peinlichen ärztlichen Untersuchung verlangen, war nach unseren Beobachtungen oft nicht gewährleistet. Die Aufsicht über die Straßendirnen wurde noch nachlässiger ausgeübt. Besonders ungünstig wirkte dabei die Erlaubnis der privaten ärztlichen Untersuchung und Behandlung, die namentlich die bessere Klasse der Frauenzimmer auf eigene Kosten in Anspruch nahm und die zweifellos häufig in ganz ungründlicher Weise erfolgte. Als aber im Revolutionsjahr 1905 viele Bordelle eingingen, da die Revolutionäre gegen die meistens jüdischen Besitzerinnen der öffentlichen Häuser Gewalttaten verübten, und ferner auch ein Beschluß der Duma den Grundsatz aufstellte, daß Zwangsvorführungen zum Zwecke gesundheitlicher Untersuchungen der Freiheit der Person widersprächen, fiel auch das Wenige, was bisher im Interesse der öffentlichen Ge-

---

sonen als Grund hierfür bezeichnen. Später aber wurde der Arbeitsmarkt für das weibliche Geschlecht so günstig wie nie, Und doch sank die Ziffer nicht ab, sondern betrug noch im Jahr 1918 das doppelte der Friedenszeit. Leichtsinn, Faulheit, Genußsucht und Mangel an Aufsicht waren da die Ursachen der Zunahme der Prostitution. Kurpjuweit: „Die Gefahr der Geschlechtskrankheiten bei Beendigung des Krieges". Veröffentlichungen aus dem Gebiet der Medizinalverwaltung. 1918, 9. Heft.

[1]) „Es ist verboten, sein eigenes Haus oder ein Mietshaus am Tage und in der Nacht zu Unzuchtszwecken offen zu halten, in ein Freudenhaus hineinzugehen und durch eigene oder fremde Unzucht den Unterhalt zu erwerben."

sundheit geschah, völlig fort. Die Weiber stellten sich nicht mehr zur Kontrolle ein, und die Geschlechtsleiden nahmen unglaublich zu. Die schon immer stark verseuchten russischen Garnisontruppen trugen zu den Infektionen fortwährend weiter bei.

Damit war die Ausdehnung der Geschlechtskrankheiten erklärt, die nicht nur die städtische Bevölkerung verseuchten, zumal kranke Männer mit Dirnen weiter Umgang pflogen, auf die Heilung der Krankheit leichtsinnig wenig Wert gelegt wurde und das gewissenlose Kurpfuschertum besonders hierdurch eine kräftige Stütze behielt.

Ein zahlenmäßiges Materiel über die Häufigkeit von Geschlechtskrankheiten können wir aus der Zeit der russischen Herrschaft nicht erbringen. Die polnischen Fachärzte[1]) aber bezeichneten uns die Zahl als erschreckend groß.

So war die Lage der Dinge, als die deutschen Heere und die deutsche Verwaltung in das Land einzogen. Überall drängte sich das Dirnentum auf. Es bevölkerte die Straßen, lockte selbst oder durch Mittelspersonen in die Absteigequartiere, wohnte in den Hotels, machte sich in den kleinen Theatern, Varietés und Kinos breit, lungerte an den Bahnhöfen herum, trug sich in den Cafés zur Schau, reiste den vormarschierenden Truppen nach und bewies durch seine Massenhaftigkeit, daß es schon immer zu den auffallenden Erscheinungen im Lande gehört hatte.

Wie weit die moralische Verworfenheit sich auch sonst im Lande ausgebreitet hatte, davon zeugten viele Beispiele. So führte ein Feldscher in einem abgelegenen Fleckfieberkrankenhause die genesenen Mädchen der Prostitution zu, während die Feldscherin sich Soldaten anbot, Reservistenfrauen richteten in der Etage über der Kreisarztwohnung ein Absteigequartier ein und dergleichen mehr. Andererseits bewies die mehrfache Beobachtung, daß Soldaten selbst in die Dirnenkrankenhäuser gewaltsam einzudringen versuchten, daß Infektionen von Frauenspersonen in den Bordellen durch kranke Soldaten stattfanden, die von ihrer Erkrankung wußten, die wüste Entfesselung der Triebe in Kriegszeiten. Den Soldaten trug der Verkehr mit den Prostituierten, die vielfach äußerst verlaust waren, nicht nur geschlechtliche Infektionen, sondern häufiger auch Fleckfieber, Krätze und Läuse ein.

Alsbald wurden so viele Ansteckungen im Heere bekannt; eine genauere Zahl kann leider nicht angegeben werden. Um die Schlagfertigkeit der Armeen nicht zu gefährden und eine spätere Rückwirkung auf die Volksgesundheit in Deutschland hintanzuhalten, mußten die schärfsten Maßnahmen getroffen werden.

Die Medizinalverwaltung hatte bereits im Jahre 1914 die Bekämpfung der Geschlechtskrankheiten in ihr Programm aufgenommen. Es wurde den Stadtverwaltungen (Gemeindekomitės usw.) aufgegeben, Sittenbeamte z. B. aus der Miliz anzustellen, durch diese die Straßendirnen ermitteln und einer wöchentlich zweimaligen Untersuchung zuführen zu lassen. Geschlechtskranke Dirnen sollten in den Krankenhäusern bis zur Heilung behandelt werden. In entsprechender Weise erfolgte auch die gesundheitliche Überwachung der Bordellmädchen. Die Untersuchungen wurden damals schon durch die deutschen Kreisärzte oder einheimische Ärzte unter Kontrolle der Kreisärzte oder auch durch Truppenärzte vorgenommen. Später nahm die Militär-

---

[1]) Dr. Wernič: Walka z chorobami wenerycznemi i nierządem. Warschau 1917.

verwaltung des Oberbefehlshabers Ost die Bekämpfung der Geschlechtskrankheiten selbst in die Hand, da das militärische Interesse in erster Linie eine solche Regelung gebiete. Sie erließ am 1. Juni 1915 für das damalige Gebiet (links der Weichsel) die Verordnung zur Verhütung der weiteren Verbreitung von Geschlechtskrankheiten im Ostheere. Die Verordnung schrieb die Verpflichtung der Dirnen zur Anmeldung bei der Ortskommandantur vor, befahl das Führen eines Ausweises und setzte Strafen bei Verstößen gegen die erlassenen Vorschriften und bei Fortsetzung des Gewerbes trotz wissentlicher geschlechtlicher Erkrankung fest. Ferner wurde den einheimischen Ärzten und Feldscheren die Behandlung von Militärpersonen verboten. In Alexandrowo wurde ein Dirnenlazarett eingerichtet, in das alle kranken Frauenzimmer aus zahlreichen Nachbarkreisen überführt wurden. Die deutschen Kreisärzte blieben aber nach wie vor mit der wichtigen Aufgabe der ärztlichen Kontrolle befaßt. Es würde zu weit führen, alle die zum Teil phantastischen Pläne zu erwähnen, die von interessierter Seite damals gemacht wurden, um das Dirnenwesen zu unterdrücken. Zum Beispiel war es unmöglich, alle Weiber aufzugreifen und bis zum Friedensschluß in Konzentrationslagern unterzubringen, zumal infolge ständiger Nachfrage ein Nachwachsen der Prostitution zweifellos zu erwarten war. Auch ging es nicht an, Riesenarbeitshäuser zu schaffen, für die die Arbeit gefehlt hätte. Es konnte vielmehr, besonders als das Verwaltungsgebiet nicht mehr in unmittelbarer Nähe der Kriegszone gelegen war und ruhigere Verhältnisse in ihm Platz griffen, nur nach dem bewährten deutschen Muster, das der Medizinalverwaltung von Anbeginn als das allein Durchführbare erschien, verfahren werden. Hierbei mußte man wie überall in der Erfassung der geheimen Prostitution eine gewisse Entsagung üben.

Nach diesen Grundsätzen wurde von der Medizinal- und Polizeiverwaltung des Verwaltungschefs im September 1915 für das gesamte Gebiet des Generalgouvernements Warschau die Aufgabe durchgeführt. Die Militärverwaltung des Generalgouvernements erlaubte in entgegenkommender Weise auch einigen Truppenärzten sich an den Untersuchungen der Dirnen zu beteiligen.

Zunächst wurden (seit September 1915) die gewerbsmäßigen Prostituierten in ein Verzeichnis gebracht und die so gewonnenen Listen durch die Eintragung der von den Polizeiorganen aufgegriffenen Weiber dauernd ergänzt. Schon hierbei ergab sich manche Schwierigkeit, da die Frauenzimmer, um nicht kontrolliert zu werden, häufiger den Aufenthaltsort wechselten und in andere Kreise verzogen oder vorläufig einfach über die österreichische Grenze entwischten, ja sogar dauernd im Verwaltungsgebiet umherreisten. Im ganzen und großen aber wurde auf diese Weise die Zahl der gewerbsmäßigen Dirnen doch allmählich bekannt. Der für die Einwohner über 15 Jahre eingeführte Paßzwang (mit Photographie) erleichterte die Kontrolle. Auch gab das Kontrollbuch mit dem Bilde der Dirne oft einen guten Anhalt für den infizierten Mann, der die Kranke auf den in den Sittenpolizeistellen oder in den Krankenhäusern vorgelegten Photographien wiedererkannte, wenn auch Irrtümer dabei bisweilen vorkamen. In Warschau, Lodz und Sosnowice wurde deutsche Sittenpolizei eingesetzt. Sie hat durch unvermutete Fahndungen zu verschiedenen Tages- und Nachtzeiten auf den Straßen, durch die Überwachung von anrüchigen Lokalen, Kinos, Varietés, von

Dirnenwohnungen und Absteigequartieren sowie durch die Ermittelungen nach den Anzeigen infizierter Männer und durch energisches Vorgehen gegen Schlepper und Zuhälter eine überaus gründliche und segensreiche Arbeit geleistet. Auch die städtischen Milizen waren allmählich mit Vorteil bei der Sittenkontrolle zu verwenden, nachdem bestechliche Elemente ausgeschaltet waren.

Überall, wo gewerbsmäßige Unzucht vorhanden war, wurde eine zwei- bis dreimal wöchentlich auszuführende strenge ärztliche Untersuchung eingerichtet. Für Warschau-Stadt und -Land verblieb die Aufsicht über die Untersuchungen Militärärzten, zumal die Kreisärzte durch zahlreiche andere Aufgaben völlig in Anspruch genommen waren. Die Untersuchungen selbst wurden durch drei städtische Sittenärzte und eine Sittenärztin ausgeführt. Für den Polizeibezirk Lodz wurde ein deutscher Spezialist als Sittenarzt angestellt, der auch in den Kreisen Lodz-Land, Lask und Brzeziny die von den Kreisärzten oder einheimischen Ärzten durchgeführten Untersuchungen monatlich mindestens einmal revidierte. In der Provinz waren diese Untersuchungen zumeist polnischen oder jüdischen Ärzten unter der Aufsicht der Kreisärzte anvertraut. In der Anfangszeit wurde zwar mehrfach noch festgestellt, daß die einheimischen Kräfte wenig zuverlässig waren, zumal das alte System der privaten Dirnenuntersuchungen wieder hier und da in Aufschwung kam. Diese Mißstände aber wurden dadurch beseitigt, daß allmählich besondere einheimische Sittenärzte ausgebildet und ins Land entsendet wurden, so für den Bezirk Lomza (Kreise Lomza, Kolno, Wysokie-Mazowieckie), für den Bezirk Plock (Kreise Plock, Plonsk und Sierpc), für den Bezirk Kalisch (Kreise Kalisch und Turek) und für das Industriegebiet des Kreises Bendzin. Für den Bezirk Wloclawek (Kreis Wloclawek und Nieszawa) war am Dirnenlazarett in Alexandrowo neben dem Kreisarzt eine Fachärztin tätig. Auch die polnischen Kreisarztstellvertreter wurden von den Kreisärzten in der Dirnenkontrolle angeleitet. An wenigen kleinen Orten sind endlich auch besonders erfahrene und gut unterrichtete Feldschere herangezogen worden. Die Untersuchungsmethode bestand neben der äußeren Besichtigung mit allen Hilfsmitteln auch in der Musterung mikroskopischer Präparate. Für die Kreise wurden hierzu Mikroskope angeschafft. Auch wurde die Wassermannsche Probe ausgiebig herangezogen und im militärischen Wassermann-Institut in Warschau, dem städtischen bakteriologischen Institut in Lodz und dem Institut der Universität Breslau ausgeführt.

Anfangs stellten sich die Frauenzimmer nur unregelmäßig zu den Terminen ein. Auch verhinderte an manchen Orten eine förmliche Vereinbarung der Dirnen die Erfassung der Kranken. Die Frauenzimmer nämlich gaben, wenn sie sich krank wußten, ihren Besuchern den Namen einer gesunden Frauensperson, die vielleicht dafür bezahlt wurde, als ihren eigenen Namen an. Nicht immer verlangte ja der Besucher die Vorlegung des Kontrollbuchs. Ging nun von dem infizierten Manne eine Anzeige ein, so verlief die Untersuchung fruchtlos. Die Beschuldigten waren alsdann gesund, ja nicht selten völlig intakte Jungfrauen. Die eigentliche Schuldige aber war inzwischen unauffindbar verschwunden. Allmählich aber erbrachte die Zwangsvorführung und strenge Bestrafung einen größeren Erfolg der Überwachung.

Die Untersuchungen ergaben anfangs eine sehr starke Verseuchung der Dirnen. Im Dezember 1915 waren von den in Warschau unter Sitte gestellten 1593 Weibern 1378 = 86% krank[1]). In Lodz fand man von 1781 Weibern 669, im Kreise Bendzin von 186 Frauenzimmern 149, in Lowicz von 30 Dirnen 20, und in Czenstochau alle aufgegriffenen Weiber infiziert. Ähnlich war es damit in den Kleinstädten bestellt.

Oft litten die Weiber gleichzeitig an Syphilis und Gonorrhöe. Meist überwog die letztere; in Lodz z. B. litten 90% der erkrankten Dirnen daran. Ulcus molle fand sich in Warschau bei 38259 Untersuchungen nur 21 mal. Entsprechend der vorhandenen Gleichgültigkeit der Bevölkerung gegen Geschlechtskrankheiten zeigten sich ferner die Erkrankungen aufs äußerste vernachlässigt; besonders erschien die Syphilis in schweren Formen. Letztere trat namentlich bei Kindern in Erscheinung, die frühzeitig der Prostitution anheimgefallen waren. Eine Ketteninfektion in Lodz sei hierfür ein Beispiel: Ein zehnjähriges Mädchen, das sich durch Zusammenschlafen mit ihrer durch einen russischen Soldaten infizierten Mutter syphilitisch angesteckt hatte, übertrug die Krankheit auf einen 14jährigen Knaben. Dieser infizierte ein 11jähriges Mädchen, und vergewaltigte ein 9jähriges Mädchen, das allerdings gesund blieb. Alle diese Infektionen zeigten, da die Fälle erst spät bekannt wurden, äußerst schwere örtliche Erscheinungen. Besonders scheußlich waren auch die Befunde bei den aufgegriffenen geheimen Prostitutierten, z. B. bei Reservistenfrauen. Mehrfach steckten jüdische Mädchen jüdische Knaben im Alter von 8—10 Jahren mit schwerer Gonorrhöe an.

Die als krank befundenen geheimen Prostituierten wurden in derselben Weise wie die gewerbsmäßigen Dirnen unter Sittenkontrolle gestellt. Aus einigen ländlichen Kreisen berichteten die Kreisärzte, daß die Gonorrhöe namentlich unter den jungen Jüdinnen trotz ihres nach außenhin tugendhaft scheinenden und frömmelnden Verhaltens eine häufige Erscheinung sei. In den größeren Städten aber ist die geheime Prostitution naturgemäß sehr viel mehr verbreitet. Auch ist ihr, die sich oft unter glänzender und anmutiger Außenseite verbirgt, sehr schwer beizukommen. Immerhin konnte auch hier die deutsche Sittenpolizei in bemerkenswerter Weise durchgreifen.

Einer wöchentlich zweimaligen Untersuchung wurden auch die Bordelldirnen unterworfen.

Die krank befundenen Dirnen wurden in die Krankenhäuser eingeliefert. Wo es sich irgendwie durchführen ließ, wurden besondere Dirnenkrankenhäuser geschaffen, da einmal nur in diesen ein ordnungsmäßiger, moderner und verhältnismäßig billiger Betrieb mit Arbeitsbeschäftigung möglich war und andererseits die Dirnen in den allgemeinen Krankenhäusern durch ihr schamloses und lärmendes Gebahren unerträgliche Störungen der Ordnung und Ruhe verursachten. Im ganzen waren am 1. Dezember 1917: 2010 Betten in 11 besonderen Dirnenkrankenhäsuern und in

[1]) Im Jahre 1914/15 waren in Danzig im monatlichen Durchschnitt 18,1% der öffentlich Prostituierten geschlechtskrank.

22 abgesonderten Abteilungen der allgemeinen Krankenhäuser eingerichtet worden. Die großen Krankenhäuser in Warschau, Lodz, Lomza, Plock, Alexandrowo, Kalisch und Bendzin versorgten, wie oben bereits geschildert, mehrere Kreise, die zumeist dem Verwaltungsbezirk eines Kreischefs (Polizeipräsidenten) entsprachen. In den kleineren Städten wurden die nur spärlich vorhandenen Dirnen auf einer verschlossen gehaltenen Abteilung der allgemeinen Krankenhäuser untergebracht. Überall war es nötig, Sicherheit gegen Entweichen und Belästigung der Straßenpassanten zu schaffen. Das anfänglich unsoziale Verhalten der Weiber besserte sich allerdings allmählich, nachdem man sie an Beschäftigung gewöhnt hatte. Ferner wurden in Lodz und Warschau Beratungsstellen eröffnet, in denen neben der intermittierenden Behandlung der Dirnen, auch der unbemittelten einheimischen Bevölkerung die Möglichkeit rationeller Behandlung von Geschlechtskrankheiten gegeben werden konnte. Der Behandlungsplan war nach den von Stabsarzt Dr. Lesser, dem Leiter des Dirnenkrankenhauses in Warschau, und von dem Polizeiarzt Dr. Silberstein in Lodz eingeführten und von der Medizinalverwaltung allgemein erlassenen Grundsätzen folgender:

Bei sämtlichen Dirnen wurde wiederholt die Wassermannsche Probe ausgeführt. Diese ergab fast überall positive Befunde von ungeheurer Ausdehnung. In Lodz fand man 77 %, in Lomza 54 %, in Tomaszew gar 90 % der Dirnen latent krank. Als Gegenstück hierzu sei erwähnt, daß von 925 Lodz'er Polizisten 9 % einen positiven Wassermann darboten. Kranke mit manifesten syphilitischen Erscheinungen wurden einer kombinierten Quecksilber-Salvarsankur unterworfen. Nach Beendigung einer Kur erhielten diese Personen wie die oben genannten Dirnen auf ein Jahr alle 4 Wochen eine Einspritzung von Merzinol, einem 40 %igen Quecksilberpräparate. Das Ergebnis der Behandlung war, wie der Ausfall der späteren Blutuntersuchungen zeigte, sehr günstig. Während eines zweiten Jahres wurden zur Verhütung der sonst häufigen Rückfälle die Einspritzungen alle 6 Wochen vorgenommen.

Die Behandlung der Gonorrhöe geschah nach den Regeln der Wissenschaft; die Entlassung aus dem Krankenhaus erfolgte erst, wenn Gonokokken nicht mehr nachgewiesen werden konnten.

Die Kosten dieser Ermittelungs- und Bekämpfungsmaßregeln zu tragen, wurde, wie schon zu russischer Herrschaft üblich, zunächst den Gemeinden überlassen. Allmählich aber zeigten sich die durch den Krieg in ihren Einnahmen stark geschädigten und durch Einquartierungs- und Armenlasten beschwerten Städte den erheblichen Kosten nicht mehr gewachsen. Die Stadt Czenstochau z. B. brachte vom 1. Oktober 1914 bis 31. März 1917 allein für das Dirnenkrankenhaus von rund 100 Betten 148149 M. auf. Es wurde daher bestimmt, daß die Kreiskommunalverbände den Städten die Kosten der Zwangsheilung der Dirnen abzunehmen hätten. Hierzu gehörte auch die Einrichtung und die Unterhaltung der besonderen Krankenhäuser.

Während der Krankenhausbehandlung der Dirnen erfolgte nun noch ein strenger praktischer Drill im Selbstschutz durch ausgebildete Sittenschwestern. Der Versuch des Stabsarztes Dr. Lesser, durch Vorbeugungsmaßregeln ein erneutes Erkranken der Dirnen und ihrer Besucher möglichst zu verhindern, wurde von der Medizinalver-

waltung sofort aufgenommen. Sie erließ die Bestimmung, daß die Dirnen den Besucher auf äußere Krankheitszeichen zu untersuchen, ihm Schutzmittel wie Kondoms und Protargoltropfen abzugeben und selbst regelmäßige Spülungen und das Einträufeln von Schutztropfen vorzunehmen hätten. Das von Dr. Lesser empfohlene Gesundheitsbesteck, das die Dirnen stets bei sich führen mußten, wurde überall verteilt. Der Wert dieser Maßnahmen, die in den Krankenhäusern immer wieder geübt wurden, lag auf der Hand. Die geschäftstüchtigen jüdischen Mädchen begriffen das zuerst. In einer größeren Zahl von Kreisen wurden die Frauenzimmer durch Gesundheitsaufseher in ihren Wohnungen auf Sauberkeit, Spülapparate und Schutzmittel kontrolliert und, wenn sie schmutzig waren, in der Entlausungsanstalt gereinigt.

Um zu verhindern, daß geschlechtskranke Männer Frauenspersonen infizierten, wurden bei den Wege- und Brückenbaustellen die vielen Tausende von Arbeitern durch einheimische Ärzte und Feldschere wöchentlich kontrolliert. Andererseits wurden wandernde Dirnen von den Arbeiterkolonien ferngehalten.

Die Weiber, die die hygienischen Vorschriften außer acht ließen, sich zu den Untersuchungsterminen nicht einstellten oder sonst gegen die Verordnungen verstießen, wurden mit Haft bestraft oder dem Arbeitshause in Tworki überwiesen, das im Herbst 1916 von der Justizabteilung des Verwaltungschefs begründet wurde und durchschnittlich 200 Insassen enthielt. Ferner wurden in Lodz 2 Besserungsanstalten für Mädchen mit insgesamt 100 Plätzen und in Warschau ein Besserungshaus eingerichtet. In diesen Anstalten hatten sich die Mädchen unter strenger Aufsicht mit Land- und Gartenarbeit, Waschen, Nähen und dergleichen zu beschäftigen. Endlich wiesen konfessionelle Frauenschutzvereine in Warschau und Lodz in trefflicher Zusammenarbeit mit der Sittenpolizei hunderten von Mädchen Arbeitsstellen nach und erteilten Rat und Auskunft über ehrlichen Broterwerb, so daß viele der Gefallenen aus der Sittenkontrolle entlassen werden konnten und wieder einen anständigen Lebenswandel führten. Hierbei handelte es sich zumeist um Opfer der Kriegszeit.

Der in dieser Weise gegen die Auswüchse der Prostitution und die Geschlechtskrankheiten zähe geführte Kampf zeitigte denn auch greifbare Erfolge. Die Straßen der Großstädte waren von dem früher zahllosen, aufdringlichen Gesindel befreit, das freche Ansprechen Vorübergehender hatte nachgelassen. Die Zahl der Prostituierten und der Kranken nahm ab. Im November 1915 enthielt das Dirnenlazarett in Warschau noch rund 900 kranke Weiber, in der Zeit vom 1. März bis 1. Oktober 1917 aber monatlich durchschnittlich nur noch 138, trotzdem die Zahl der registrierten Dirnen seit Dezember 1915 bis zum 1. September 1917 von 1593 auf 2575 gestiegen war. Die Zahl der geschlechtskranken Frauenzimmer betrug im Halbjahr bis zum 1. September 1917 nur noch $2^1/_2$ % aller Untersuchten, wovon 2 % auf Gonorrhöe entfiel. Im letzten Vierteljahr des Jahres 1916 aber waren noch 6 % der Untersuchten geschlechtskrank gewesen. Die absoluten Zahlen der Erkrankungen machen den Fortschritt noch deutlicher:

Vom 1. September 1916—1. März 1917	waren	von	1749	Dirnen	1320	geschlechtskrank
„ 1. März 1917—1. Sept. 1917	„	„	2575	„	833	„
„ 1. September 1917—1. März 1918	„	„	1882	„	726	„

In Lodz wurden in den beiden Dirnenspitälern vom Juni 1916 bis Dezember 1916: 542 Weiber an Lues und 829 an Gonorrhöe behandelt. Vom Januar bis Juli 1917 betrugen diese Zahlen nur noch 286 bezw. 591.

Unter den geheimen Prostitutierten, denen nach Möglichkeit weiter nachgespürt wurde, befand sich naturgemäß noch immer eine erhebliche Zahl von Kranken. Vom März bis September 1917 wurden so unter 497 in Warschau aufgegriffenen Frauenspersonen 280 = 56 % als krank ermittelt. Im letzten Vierteljahr des Jahres 1916 aber waren in Warschau noch 80 % der heimlichen Dirnen als krank befunden worden [1]). Da unter diesen Personen nicht wenige einer sittlichen Besserung zugänglich erschienen, erfolgte die vorläufige Unterbringung im Arrestlokal und ihre Untersuchung getrennt von den gewerbsmäßigen Dirnen. Im Krankenhause zu Lomza wurde in gleicher Weise vorgegangen.

Zufolge dieser schneller und gründlicher als früher einsetzenden ärztlichen Behandlung verschwanden auch die schweren Krankheitsbilder, die vordem gang und gäbe waren. Man sah vielmehr zumeist frische Fälle, die sich in kürzerer Frist der Heilung zugänglich erwiesen.

Für den Rückgang der Geschlechtskrankheiten in der einheimischen männlichen Bevölkerung kann ein zahlenmäßiger Nachweis nicht geliefert werden. Die Infektionen der Besatzungstruppen aber nahmen erheblich ab. Während vom Mai bis Oktober 1916 im Durchschnitt monatlich noch 6,4 (in einzelnen Monaten belief sich die Zahl selbst auf 7,8) auf das Tausend zugingen, fiel diese Zahl in der Zeit vom November 1916 bis zum 31. Dezember 1917 auf 4,4. Im Mai, Juni und September 1917 schwankte die Zahl zwischen 3,1 und 3,8 Zugängen. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß z. B. unter 1700 Erkrankungen im Jahre 1917 sich 286 Rückfälle in das alte Leiden befanden. Mit diesem Erfolge konnte man gewiß zunächst zufrieden sein, besonders wenn man bedenkt, daß der Gesamtzugang an Erkrankungen im gesamten deutschen Feldheere gegenüber einer Erkrankungsziffer von 11 auf Tausend im Jahre 1911/12 in den ersten fünfzehn Kriegsmonaten nur 6,1 auf 1000 der Kopfstärke betrug.

In Warschau konnte mit Rücksicht auf die wesentliche Abnahme der Geschlechtskrankheiten bereits am 1. Januar 1917 eine Erleichterung in der ärztlichen Kontrolle derjenigen Dirnen eingeführt werden, die sechs Monate hintereinander bei den Untersuchungen gesund gewesen waren und sittenpolizeiliche Verstöße sich nicht hatten zu schulden kommen lassen. Sie wurden nur noch einmal in der Woche untersucht, bis sie etwa wieder erkrankten oder gegen die Vorschriften verstießen. Diese Vergünstigung wurde ein großer Ansporn zur Reinlichkeit, Anwendung der Schutzmittel und Innehaltung der sonstigen Verordnungen. Auch konnte man seit dem Juli 1917 den Kontrolldirnen eine etwas größere Bewegungsfreiheit gewähren, da sie nunmehr in weit geringerem Maße zu Infektionen Anlaß gaben, als die heimlichen Dirnen, diese aber durch die den Kontrolldirnen seinerzeit auferlegten Bewegungsbeschränkungen einen viel größeren Spielraum gewonnen hatten.

[1]) In Danzig waren infolge des scharfen Zugreifens der Behörden im Jahre 1916/17 nur noch 38,9 % der geheimen Prostituierten geschlechtskrank, während diese Zahl im Jahre 1912/13 noch 55,7 % betragen hatte.



Um den einheimischen praktischen Ärzten eine Aufklärung über diese Frage und über die modernen Behandlungsmethoden zu geben, wurde eine Druckschrift von Krakauer und Lemberger Spezialärzten unter sie verteilt. Die Kreisärzte hielten auf Veranlassung der Medizinalverwaltung den reichsdeutschen Beamten Vorträge über die Geschlechtskrankheiten und deren Folgen und schrieben auch kleine Aufsätze für die Tageszeitungen. Den einheimischen Ärzten und Feldscheren wurde auch die Behandlung kranker Beamter streng verboten.

q) Verletzungen durch tollwütige oder tollwutverdächtige Tiere.

Polen litt seit jeher unter einer ungeheueren Hundeplage. Schon die preußische Verwaltung in den Jahren 1793—1805 hatte ihre Mühe damit, die Belästigung der Einwohner und die durch die tollwütigen Hunde den Menschen und Tieren zugefügten Schäden einigermaßen nachhaltig zu beeinflussen. Als die deutsche Verwaltung ins Land kam, wimmelte es von Hunden. Überall sah man sie auf den Feldern revieren; dem die Dörfer durchfahrenden Kraftwagen liefen aus jedem Gehöft wenigstens zwei Hunde kläffend nach. Tollwuterkrankungen unter den Hunden waren häufig, was bei dem massenhaften Raubzeug (Füchse, Wiesel, u. a.), unter denen bekanntlich die Wut endemisch ist, nicht wundernehmen konnte. Von den wütenden Hunden wurden andere Haustiere, wie Katzen, Schweine, Kühe, Pferde gebissen. Zahlreich waren auch die Verletzungen von Menschen. Eine im Lande sehr verbreitete hochläufige Hundeart war namentlich für die Kinder sehr gefährlich, da sie ihnen die folgenschweren Bißwunden im Gesicht und am Kopfe beibrachte.

Gegen die Hundeplage wurde nun scharf vorgegangen. Vor der Entsendung von Kreistierärzten in das Verwaltungsgebiet traf die Medizinalverwaltung die nötigen Maßnahmen. Hundesperre wurde in jedem Falle über die Ortschaften, in denen sich Verletzungen von Menschen ereigneten, verhängt, eine allgemeine hohe Hundesteuer eingeführt, vor allem aber wurden alle herrenlosen oder sonst umherstreifenden Köter erschossen. Die verletzten Personen aus dem Verwaltungsgebiet bis zum 1. September 1915 wurden unter allen Vorsichtsmaßregeln gegen die Einschleppung von Infektionskrankheiten der Wutschutzstation in Breslau zugeführt.

Nach der Eroberung von Warschau fand sich hierselbst ein privates Wutschutzinstitut vor, das im allgemeinen brauchbar, von der Medizinalverwaltung mit Hilfe des Leiters der Breslauer Anstalt, Professor Dr. Scheller, und des Geh. Rates Dr. Abel, Jena, reorganisiert wurde. Insbesondere wurden die beiden Ärzte des Instituts in der mikroskopischen Untersuchung auf Negri'sche Körper unterrichtet. Die Geschäftsführung und der Schriftwechsel wurde einem deutschen Beamten übertragen, der in der Wutschutzstation in Breslau in diese Obliegenheiten eingeführt worden war. Diesem Institut wurde nun das vom 1. September 1915 ab hinzugekommene Verwaltungsgebiet überwiesen, während die Breslauer Anstalt noch das alte weiter versorgte. Als aber die Zahl der Verletzungen allmählich weiter abnahm, dehnte man vom 1. Oktober 1916 ab den Wirkungskreis des Warschauer Instituts auf das ganze Verwaltungsgebiet aus und nahm das Breslauer nicht mehr in Anspruch. Die scharfen Bekämpfungsmaßnahmen wirkten weiter so günstig, daß bald auch das

Warschauer Institut, das der Verfasser im September 1915 mit Impflingen aus dem Gebiete rechts der Weichsel geradezu vollgestopft vorfand, einen Mangel an Patienten aufwies. Es wurde daher dem K. u. K. Generalgouvernement in Lublin angeboten, Verletzte dem Institut in Warschau zur Impfung zuzuführen. Dieses sandte nun aus 18 Kreisen solche Personen zu, und auch das benachbarte deutsche Etappengebiet bediente sich der Anstalt. Trotzdem blieb die Belegung andauernd so gering, daß die Einnahmen kaum die Unkosten deckten, und ein laufender Zuschuß aus der Staatskasse notwendig wurde, um die Anstalt im Betriebe zu halten. Im deutschen Verwaltungsgebiet ging die Zahl der Verletzten von 364 im Jahre 1916 auf 58 im Jahre 1917 und auf 18 bis zum 30. September 1918 zurück. Eine Übersicht über die Verletzungen durch tollwütige oder tollwutverdächtige Tiere in Polen sei hier angefügt.

Übersicht über die Verletzungen durch tollwütige und tollwutverdächtige Tiere in Polen in den Jahren 1913—1918.

Gebiet	Jahr	Zahl der in Wutschutzinstituten behandelten Personen		Darunter Personen aus Warschau	Behandlung im Wutschutzinstitut
Russisch-Polen	1913	2466		?	Warschau
Russisch-Polen	1914	1701		279	Warschau
Russisch-Polen, soweit damals nicht okkupiert	1915	1746	2291 in Kongreßpolen	252	1746 in Warschau
Deutsches Okkupationsgebiet links der Weichsel		87			87 in Breslau
K. und K. Verwaltungsgebiet in Polen		458			458 in Krakau
Generalgouvernement Warschau	1916	364	1012 in Kongreßpolen	52	279 in Warschau, 85 in Breslau
Angrenzende deutsche Etappe		47			47 in Warschau
Generalgouvernement Lublin		601			5 in Warschau, 596 in Krakau
Generalgouvernement Warschau	1917	58	150 in Kongreßpolen	12	75 in Warschau
Angrenzende deutsche Etappe		17			desgl.
Generalgouvernement Lublin		75			67 in Warschau, 8 in Krakau
Generalgouvernement Warschau	1918 bis 30. 9.	18		?	18 in Warschau

Aus dem deutschen Okkupationsgebiet verstarben in den Jahren 1915—1918 drei Personen während der Impfbehandlung an Tollwut, und drei ohne Behandlung. Einer der unbehandelten Fälle betraf einen 69jährigen Mann, der unter den Zeichen der Lyssa in die Irrenanstalt in Tworki aufgenommen wurde, wo er am Tage nach

der Aufnahme unter Lähmung der Schlund- und Atemmuskulatur verstarb. Die Krankheit hatte 7 Tage gedauert. Im Gehirn wurden die Negrischen Körper nachgewiesen. Der Kranke konnte sich nicht erinnern, von einem Hunde gebissen zu sein.

Am 20. Juli 1917 wurden von einem, nachgewiesenermaßen tollwütigen Hunde einem Kinde schwere Bißwunden am Gesicht beigebracht. Am 31. Juli zeigten sich während der Behandlung im Warschauer Institut die ersten Zeichen der Tollwut, an der, wie auch durch die mikroskopische Untersuchung des Gehirns bestätigt wurde, am 4. August der Tod erfolgte.

Im Januar 1918 biß ein Hund eine 37jährige Person am Kopf und Oberlippe; Mitte März traten Wuterscheinungen auf und führten am 23. März zum Tode. Da der Vorgang unbekannt geblieben war, hatte Behandlung nicht vorgenommen werden können.

Die übrigen Fälle boten nichts Bemerkenswertes.

Aus Russisch-Polen verstarben in den Jahren 1913 und 1914 im Warschauer Institut an Tollwut ohne Behandlung 15 bezw. 3 Personen, während und nach der Behandlung 8 bezw. 5.

r) Trichinose.

Bevor eine geregelte Fleischbeschau durch die deutschen Kreistierärzte im Verwaltungsgebiet eingeführt wurde, waren die Erkrankungen an Trichinose zahlreich. Daraufhin deutet, daß bei den oberen Gesellschaftsklassen der Genuß des geräucherten Schinkens wenig beliebt war; man bevorzugte ihn jedenfalls im gekochten Zustande. Die Diagnose der Krankheit war den einheimischen Ärzten nur wenig bekannt. Häufig nahmen diese Typhus und Influenza an, wenn Trichinose vorlag. Der Kreisarzt von Lodz ermittelte als erster zwei Fälle der mysteriösen "Krakauer Influenza" als Trichinose. Auch später haben mehrfach die deutschen Kreisärzte durch den Nachweis der Trichinen in der Muskulatur der Kranken das Leiden aufgeklärt.

Die Übertragung der Trichinen auf den Menschen erfolgte durch den Genuß von Wurst und ungenügend gekochtem oder zu wenig geräuchertem Schweinefleisch z. B. auch von Wildschweinen. Eine Wurstart, die aus nur getrocknetem Schweinefleisch bestand und von der ärmeren Bevölkerung gern gegessen wurde, war hierzu besonders geeignet. Daß Wildschweine stark trichinös sind, wußte die Bevölkerung noch nicht. Auch sie wurden nunmehr der Fleischbeschau unterworfen.

Eine größere Zahl von Trichinosefällen war ständig auf heimliche Schlachtungen zurückzuführen, die der Trichinenschau entzogen waren. Einige Trichinosefälle in den Regierungsbezirken Posen und Oppeln beruhten ebenfalls auf dem Genuß von aus Polen geschmuggeltem Schweinefleisch, über das eine Kontrolle nicht stattgefunden hatte. Die heimlichen Schlachtungen mehrten sich, als die Knappheit der rationierten Nahrungsmittel stieg. Ihre Zahl wesentlich einzuschränken, war bei dem Mangel an zuverlässigem Aufsichtspersonal nicht möglich. Das heimlich geschlachtete Fleisch wurde unter der Hand durch umherziehende Personen vertrieben. Die von der Medizinalverwaltung mehrfach erlassenen Warnungen vor dem Genuß nicht untersuchten Fleisches oder daraus hergestellter Wurst fanden anscheinend nur geringe Beachtung.

In einer Sommerfrische für arme Kinder aus Lodz und Warschau erkrankten im Jahre 1917 17 Zöglinge fast gleichzeitig an Trichinose. Der Fleischbeschauer hatte das Fleisch trichinös befunden. Bevor aber das Tier vergraben wurde, hatten die Kinder unbemerkt schon Stückchen des rohen Fleisches verzehrt.

In Warschau richtete der Magistrat eine Untersuchungsstelle ein, in der auch Rauchfleischware auf Trichinen geprüft wurde. Leider wurde das aus dem Schmuggelhandel erworbene Fleisch aus Furcht vor Weiterungen nicht eben häufig zur Untersuchung dorthin gebracht.

Im Jahre 1915 wurden 29 Erkrankungen mit 5 Todesfällen, im Jahre 1916 : 18, 1917 : 37 mit 5 und 1918 rund 30 Erkrankungen mit 7 Todesfällen gemeldet.

s) Milzbrand.

Nach den Beobachtungen des Veterinärreferates kommt der Milzbrand unter den Haustieren im Verwaltungsgebiet nicht eben häufig vor. Gemeldet wurden im Jahre 1916: 14 Erkrankungen von Menschen mit einem Todesfall, im Jahre 1917: 3 und 1918: 8 Erkrankungen. Es handelte sich um Milzbrandkarbunkel, die auf Infektion an milzbrandigen Kadavern zurückzuführen waren.

t) Rotz.

Es ereigneten sich 3 Infektionen mit Rotz, der bei den polnischen Pferden sehr verbreitet ist. Zwei von ihnen betrafen Bauernburschen, die mit rotzkranken Pferden zu tun gehabt hatten, die dritte einen Laboratoriumsdiener, der sich an dem Untersuchungsmaterial angesteckt hatte, das von einem der erstgenannten Kranken stammte. Diese Infektion und eine der beiden anderen endeten tödlich. Die dritte verlief sehr chronisch. Hier befanden sich in der Nase, auf der hinteren Rachenwand, am linken Gaumenbogen und am linken Unterschenkel mit eitrigen Krusten bedeckte Geschwüre, die sich auf Infiltrationsherden entwickelt hatten. Solche Infiltrationsherde bestanden zu Beginn der Beobachtung noch an beiden Oberschenkeln. Die Blutuntersuchung ergab die Agglutination von Rotzbazillen. Der Kranke verstarb zwar im Seuchenspital, aber infolge eines unglücklichen Zufalls.

Übertragungen auf die Umgebung fanden nicht statt.

u) Krätze.

Die Unreinlichkeit der einfachen Bevölkerung und ihr enges Zusammenleben begünstigt die Verbreitung der Krätze ungemein. Diese war denn auch allerorts anzutreffen. Wo es möglich erschien, wurde auch gegen sie vorgegangen. So wurden in Lodz und in Warschau von den Kreisärzten besondere Entkrätzungsbäder geschaffen, die sich eines regen Zuspruchs erfreuten und bereits gute Erfolge aufzuweisen hatten. Vom 6. März bis 1. Mai 1918 wurden allein in Warschau 3000 Personen entkrätzt.

Die Zusammenarbeit mit der jeweiligen Leitung des militärischen Sanitätswesens (Feldsanitätschef Ost, leitende Etappenärzte, Armeearzt beim Generalgouvernement) gestaltete sich bezüglich der Bekämpfung der Seuchen so,

daß die zivile Medizinalverwaltung, soweit diese Dinge ausschließlich die Zivilbevölkerung betrafen, selbständig vorging und, wo militärisches Interesse in Frage kam, sich mit der militärischen Leitung im Einvernehmen hielt. Dabei hat sie in den Fällen, wo sie, wie anfangs, noch nicht über genügend eigene Kräfte verfügte oder einheimische noch nicht hatte ausbilden können und, wo es noch nicht gelungen war, die Einrichtungen zu treffen, die einen planmäßigen Feldzug gegen die Infektionskrankheiten ermöglichten, des militärischen Beistandes sich versichert und dankbar bedient. Dieser wurde ihr in entgegenkommender Weise aus den reichen persönlichen und materiellen Mitteln der Militär-Medizinalverwaltung zuteil.

So haben schon, als die Zivilverwaltung unmittelbar hinter den kämpfenden Heeren und in der Etappe tätig war, und besonders auch nach Begründung des Generalgouvernements Warschau Truppenärzte vertretungsweise kreisärztliche Dienste versehen, sich an der Untersuchung von Brunnen, an der Kontrolle der Prostituierten und der Pockenschutzimpfung beteiligt, an der Überwachung der Gesundheit der auf der Eisenbahn reisenden Zivilbevölkerung (Ausstellung von Entlausungsscheinen) mitbeschäftigt und in abgelegenen Sprengeln bei der Bekämpfung der Infektionskrankheiten rege mitgeholfen. Mehrfach liehen die Gouvernementsärzte die militärischen Sanierungstrupps her, stellten, soweit angängig, Mannschaften zur Überwachung der Seuchenspitäler und Quarantänehäuser, Sanitätsunterpersonal und militärische Handwerker zum Bau von Entlausungsanstalten zur Verfügung und gestatteten auch öfters die Mitbenutzung solcher militärischer Anstalten für zivile Zwecke. Truppenärzte übernahmen zeitweise auch die Leitung von Krankenhäusern.

Ferner wurden uns im Falle plötzlicher Epidemien einigemale Baracken und Desinfektionsapparate geliehen. Endlich unterstützten militärische bakteriologische Institute die von uns geschaffenen Anstalten in der Untersuchung bakteriologischen Materials. Weitere Einzelheiten sind bereits früher erwähnt worden.

Anderseits haben mehrere Kreisärzte militärärztlichen Dienst und Krankenhausbehandlung bei kleinen Truppenkörpern und bei den Angestellten der militärischen Eisenbahnen dort ausgeführt, wo Militärärzte nicht zu Gebote standen. Bisweilen wurden auch kranke Soldaten in zivile Seuchenkrankenhäuser aufgenommen, die von den Kreisärzten geleitet waren.

20. Beobachtungen über einige eigenartige Erkrankungen in Polen.

Im Anschluß an die geschilderten übertragbaren Krankheiten mögen noch einige andere Erkrankungen Erwähnung finden, die wir in Polen beobachten konnten, und die wegen ihrer Seltenheit immerhin bemerkenswert sind.

In den letzten Monaten des Jahres 1917 wurde in der Landbevölkerung einiger Kreise ein Krankheitsbild gesehen, bei dem es sich im Anfang um eine Absceßbildung in der Zunge handelte. In vorgeschrittenen Fällen kam es zu Phlegmonen am Mundboden und am Hals, die zu den schwersten Erscheinungen führten. Ausgiebige Spaltungen brachten in allen Fällen Heilung. Im gefärbten Austrichpräparate konnten die Kreisärzte Erreger nicht nachweisen; kulturelle Versuche im hygienischen Institut zu Lodz waren ohne sicheres Ergebnis.

Der Kreisarzt in Lodz beschrieb im Juni des Jahres 1915 etwa 30 eigenartige Erkrankungen der Haut, die er auf die intensive Wirkung der Sonnenstrahlen bezog. Die erkrankten Personen hatten vorher so gut wie nie im Freien gearbeitet, sondern waren in der Hauswirtschaft oder Industrie beschäftigt gewesen. Im Juni 1917 berichtete der Kreisarzt von Brzeziny noch über rund 50 Fälle. Auch sonst sind ähnliche, aber mehr vereinzelte Erscheinungen dieser Art bekannt geworden.

Die Krankheit begann unter innerer Hitze, Unruhe und Schlaflosigkeit. Dann zeigten sich heftige brennende und kribbelnde Schmerzen im Gesicht, an den Händen und den Füßen, wobei die Haut an diesen Stellen ödematös anschwoll. In einigen wenigen Fällen bildeten sich auf der geschwollenen Haut Blasen. Diese platzten und trockneten ein; nur selten gingen sie in Eiterung über.

Der Schwellungszustand hielt in der Regel 3—4 Tage an, worauf bei Kindern rasche Rückkehr zur Norm und völlige Wiederherstellung eintrat. Bei Erwachsenen entstanden nach Rückgang der Schwellungen an denjenigen Stellen, die den Knochen dicht auflagen, scharfabgegrenzte Blutungen und Gefäßthrombosen in der Haut und dem Zellgewebe. Die Haut sah alsdann dunkelblaurot geädert und marmoriert aus. Bisweilen bildeten sich an den geschwollen gewesenen Stellen auch große Nekrosen der Oberhaut, so einmal an den Lippen, an der linken Halsseite und an den beiden Unterschenkeln. In einem anderen Falle waren die linke Nasenseite, die linke Wange, die Streckfläche beider Hände und sämtliche Finger, das untere Drittel der Streckfläche an den Unterarmen und die Füße in dieser Weise befallen. Die schwarzen nekrotischen Partien stießen sich unter zum Teil erheblichem Fieber ab, während sonst die Krankheit fieberlos und nur mit leichter Pulsbeschleunigung einherging. Der Zustand der Kranken, die an Nekrosen litten, war manchmal ernst, schien sogar bisweilen hoffnungslos, endete aber immer mit Genesung. Eiweiß im Urin fand sich nicht.

Als Ursache der Erkrankungen gaben die Leute die schlechte Ernährung an. Sie lebten eigentlich nur von Kartoffeln und von Kartoffelsuppe mit etwas Mehl. Brot war ein seltener Genuß. In reichlichem Maße aßen sie auch die wilde Ackermelde (Chenopodium) in Spinatform, die bekanntlich ungiftig ist. Vergiftungserscheinungen von den Verdauungswegen her wurden von den Patienten weder angegeben noch ärztlich festgestellt.

Um das Wesen der Krankheit zu ergründen, wurden zahlreiche Proben von Brot und Mehl, ferner Blut und Serum und die Ausscheidungen der Kranken dem hygienischen Institut in Lodz zur Untersuchung übersandt. Diese Untersuchung erbrachte aber keinerlei Aufklärung über die Krankheitsursache. Das Mehl war von guter Beschaffenheit und durch Mutterkorn, Kornrade, Taumellolch usw. nicht verunreinigt.

Die Erscheinungen der Krankheit befanden sich nun ausnahmslos an unbedeckten, dem prallen Sonnenlichte ausgesetzt gewesenen Körperteilen; alle erkrankten Personen hatten im Freien gearbeitet oder stundenlang in der Sonne gelegen; endlich fielen auch die Erkrankungen zeitlich mit der im Jahre 1915 und 1917 beobachteten, zeitweise erheblichen Sonnenhitze zusammen. Eine Kranke hatte eine Halskette getragen. Da, wo diese auflag, zeigte sich eine Entzündung nicht, sondern nur in der Umgebung. Die Hände dieses Mädchens waren lediglich ödematös, das Gesicht und der Hals aber

bereits schwerer entzündet. Ich habe diese Fälle leider nicht gesehen. Die beiden Kreisärzte führen sämtliche Erscheinungen auf eine außergewöhnlich starke Insolation zurück.

Die Ödemkrankheit, die im Verwaltungsgebiet häufiger in Gefängnissen und Krankenhäusern auftrat, braucht nicht besonders beschrieben zu werden, da sie in allen Ländern wohlbekannt wurde, die während der Kriegszeit eine strenge Rationierung der Lebensmittel eintreten lassen mußten. Auch in Polen war die allgemein unzureichende und einseitige Ernährung die Ursache zu ihrer Entstehung; zu ihrer Beseitigung wurden Ernährungszulagen und Abwechselung in der Kost mit gutem Erfolge verordnet. Es wäre noch anzuführen, daß viele der im Verwaltungsgebiet Erkrankten gleichzeitig an Tuberkulose litten.

Über den Weichselzopf (Plica polonica) ist nicht viel zu sagen. Diese durch Unreinlichkeit in der Haltung des Kopfhaares und durch Läuse hervorgerufene Erkrankung war nicht sehr häufig. Ein fast $1^1/_2$ m langes, von einer Frau herrührendes Monstrum der Art, das im pathologisch-anatomischen Museum in Warschau aufbewahrt ist, wird mir stets in Erinnerung bleiben. Dicht besetzt waren die Haare mit Läusen und vornehmlich deren Eiern. Die Kreisärzte sahen nicht viele Fälle. Man scheint auch von der künstlichen Züchtung des Weichselzopfes abgekommen zu sein, die man früher öfters vornahm, um andere Krankheiten zu verhüten oder zu beseitigen. Der alte Aberglaube aber, daß man stürbe, wenn man den Weichselzopf abschneide, ist noch rege, wenngleich er wohl nicht mehr so stark die Besitzer erfaßt hält, wie zu Mursinnas[1]) Zeiten, der den Bettlern für ein solches Haarbündel vergeblich einen Dukaten bot.

21. Fürsorge für Kranke.

Für die Kapitel 21—23 sei vorausgeschickt, daß der Verwaltungschef durch eine Verordnung die Erlaubnis zur Eröffnung neuer privater Krankenanstalten, wie von Krankenhäusern, Irrenanstalten, Entbindungsheimen und ähnlichen Unternehmungen sich vorbehielt. Die russische Regierung hatte eine größere Zahl von nicht lebensfähigen und meist auch schlechtgeleiteten Instituten seinerzeit zugelassen. Soweit die Verhältnisse in diesen verbesserungsfähig waren, wurde nach Besichtigung durch die Kreisärzte und Abstellung der Mängel der Weiterbetrieb gestattet, im anderen Fall die Anstalt geschlossen.

Von den allgemeinen Krankenhäusern befanden sich bei Beginn der Deutschen Verwaltung nur die von der Großindustrie im Kreise Bendzin und in Lodz, die städtischen und privaten Krankenhäuser in Warschau und mehrere der von jüdischen Gemeinden neubegründeten Spitäler in einem geordneten und modernen Ansprüchen genügenden Zustande. Die Bestimmung der russischen Gewerbeordnung, daß jede Fabrik auf 100 Arbeiter ein Bett in einem Krankenhause unterhalten müsse, hatte manche reiche Fabrikanten oder Aktiengesellschaften zum Bau von eigenen und durchaus zweckmäßigen Krankenhäusern veranlaßt. Sonst hat allerdings oft der Schlendrian der russischen Verwaltung in die Absichten, die manche Kommunen

[1]) bereits früher zitiert.

hegten, um ihr Krankenhauswesen zu vervollkommnen, störend eingegriffen. So blieb der Plan eines großen allgemeinen Krankenhauses, das die Stadt Czenstochau erbauen wollte, 10 Jahre in Petersburg liegen, und die Stadt Lodz, die ein modernes umfangreiches Spital mit Seuchenpavillons zu errichten beabsichtigte, wartete bereits 5 Jahre vor Ausbruch des Krieges auf die Entscheidung der obersten Instanz in der Reichshauptstadt.

Die übrigen Krankenhäuser aber, deren Zahl für den Bedarf des Landes nicht ausreichte, waren meist sehr primitiv. Grundlegende Mängel, wie ungenügende Belichtung und Lüftung der Krankenzimmer, schlechte Wasserversorgung und Entwässerung, das Fehlen von Isolierabteilungen oder Absonderungszimmern, unbequeme Betten, unzureichende Wäsche, Überbelegtsein der Räume, veraltete Instrumente u. a. waren fast überall festzustellen. In den Krankenhäusern traf man eine Menge von Feldscheren und Feldschergehilfen, sogenannten Krankenpflegern und deren Gehilfen, Dienern und anderen Personen an, die nicht genügend beschäftigt waren, aber vom Krankenhause lebten und durch ewiges Kommen und Gehen den Kranken die ihnen nötige Ruhe raubten. In den Spitälern waren auch die dort untergebrachten Prostituierten ein sehr störendes Element; durch fortwährendes Schwatzen, Umherlaufen und Gezänk belästigten sie die übrigen Insassen aufs ärgste. Die Unsauberkeit war in manchen Krankenhäusern so groß, wie sie zu Beginn der südpreußischen Regierung im Jahre 1794 immer wieder geschildert wird.

Die Verwaltung dieser Krankenhäuser lag häufig in nicht zuverlässiger Hand. Die deutsche Verwaltung deckte in zahlreichen Fällen schwere Unterschleife der Verwaltungsbeamten auf. Diese nach russischer Bestimmung von der eigentlichen Krankenpflege getrennte Administration war bei den kleinen Spitälern gänzlich überflüssig und verteuerte nur den Haushalt.

Die Mittel, über die die Krankenhäuser verfügten, reichten infolge schlechter Wirtschaft nicht hin. Es herrschte in Polen die geschichtlich überlieferte, aber unzweckmäßige Auffassung, daß die Krankenhäuser reine Wohltätigkeitsanstalten wären. — Das polnische Gesetz vom Jahre 1842 über die Fürsorgeräte der Wohltätigkeitsanstalten im Königreich Polen begreift die Krankenhäuser ausdrücklich mit ein. Hieraus ergab sich, daß man von den Kranken selbst und den Gemeinden die Pflegekosten gar nicht oder nur lässig einzog. Manche Krankenhäuser besaßen zwar ein nicht unbeträchtliches Vermögen. In der Kriegszeit waren aber diese in russischen Banken niedergelegten Bestände zunächst nach Warschau und dann nach Petersburg abgewandert. Die meisten Institute jedoch befanden sich von jeher in ungünstiger Finanzlage. Überall standen aus vielen Friedensjahren noch sehr erhebliche Summen von Pflegegeldern aus. Diese Ausstände beliefen sich selbst bei kleinen Krankenhäusern auf 20—30000 Rubel und mehr. Die Krankenhäuser gingen daher allmählich in Einrichtung und Ausstattung zurück, Mittel für geordnete Instandhaltung und Neuanschaffungen fehlten und die Krankenpflege litt. Der klägliche Eindruck, den viele der Institute machten, war wesentlich in dieser Mißwirtschaft begründet.

Die deutsche Verwaltung hat hier nun kräftig eingegriffen. 49 zumeist allgemeine Krankenhäuser wurden in Kreisverwaltung genommen, die ungetreuen Verwalter ent-

fernt, Operationssäle angelegt, Isolierabteilungen gebildet, neues Instrumentarium, Badeeinrichtungen, oft elektrische Beleuchtung, Fliesenbelag für die Fußböden und sonstige Ausstattung beschafft, die Wasserversorgung geregelt, die Beseitigung der Abwässer geordnet, Desinfektionsapparate eingebaut, Leichen- und Obduktionsräume eingerichtet und sonstige Verbesserungen getroffen. Die Kreischefs wurden angewiesen, die noch ausstehenden Pflegegelder einzutreiben, nötigenfalls aus Kreismitteln Zuschuß zu gewähren und so den Krankenhäusern ein sicheres materielles Fundament zu geben. Die Stadt Warschau, die für ihre Krankenhäuser im Haushaltsplan für 1917 noch rund 8 Millionen Mark Ausgaben vorsah, denen gegenüber nur etwa 600000 Mark als Einnahmen veranschlagt waren, ging nun gleichfalls daran, wirtschaftliche Ordnung in die Verwaltung ihrer Krankenhäuser zu bringen. Sie beabsichtigte, dies durch eine Krankenhaussteuer zu tun, die alle Personen über 17 Jahre zu entrichten hätten und mit der man einige Millionen Mark aufzubringen hoffte.

Als das militärische Webstoffamt in Warschau im Jahre 1918 die Versorgung der Krankenanstalten mit Wäsche nicht mehr auszuführen vermochte, weil Leinen oder andere Stoffe im Lande nicht mehr zu haben waren und auch sonst nirgendswoher bezogen werden konnten, leitete die Medizinalverwaltung die Einfuhr von Krankenhauswäsche aus Papiergewebe in großem Umfange ein.

Viele Schwierigkeiten machten bei der Regelung der Krankenhausverhältnisse die Juden mit ihren Sonderbestrebungen um jüdische Ärzte, rituell zubereitete Kost, ja sogar eigene Isolierhäuser. Diesen Wünschen konnte naturgemäß nur nach Möglichkeit nachgegeben werden. Übrigens wurden die Forderungen auf rituell zubereitete Kost viel weniger von der Bevölkerung selbst als von den Rabbinern gestellt. Mehrfach wurden sogar die koscheren Speisen von den Juden zurückgewiesen und diejenige Ernährung gewählt, die den übrigen Krankenhausinsassen zu teil wurde. „Zu Lieb' des Lebens" ist selbst der strenggläubige Jude an eine rituelle Kost bekanntlich nicht gebunden.

Die Kreisärzte haben durch häufige Revisionen allgemein eine weitgehende Verbesserung, besonders auch bezüglich der Reinlichkeit bewirkt. Mehrere von ihnen leiteten selbst die Kreiskrankenhäuser und führten chirurgische Operationen aus, wo polnische Ärzte fehlten oder nicht genügten. Später wurden an ihrer Stelle die polnischen Kreisarztstellvertreter mit der Leitung der Kreiskrankenhäuser beauftragt. In vielen Kreisen wurde aus einer Gruppe von benachbarten Gemeinden ein Zweckverband gebildet, zu dem ziemlich niedrige Jahresbeiträge erhoben wurden. Die Gemeinden konnten nun jederzeit und ohne besondere Kosten ihre Kranken in dem Krankenhause unterbringen, während die nicht angeschlossenen Gemeinden von Fall zu Fall zahlen mußten.

Da mehrere der Zivilkrankenhäuser zunächst von der Militärverwaltung mit Beschlag belegt waren, galt es oft, neue Unterkunft für die Einheimischen zu schaffen. Lodz und auch Warschau leisteten auf diesem Gebiete viel.

Im Bau befindliche Krankenhäuser wie in Kolo, Minsk-Mazowiecki wurden zu Ende geführt. Beide erhielten elektrische Beleuchtung, Zentralheizung, Wasserleitung, Spülklosetts, Baderäume, Dampfdesinfektionsapparate und andere moderne Einrichtungen

für je 75 Betten. In Wysokie-Mazowieckie und Kolno wurde ein Kreiskrankenhaus erbaut, in Rypin ein neues eingerichtet. Durch den Krieg zerstörte Anstalten, wie in Przasnysz, Sochaczew u. a. sind wiederhergestellt worden. An einigen Orten, die von den Hauptkrankenhäusern weit entfernt lagen, schufen die Kreise Krankenpflegestationen mit 5—10 Betten.

Um der armen Bevölkerung eine unentgeltliche ärztliche Behandlung zu teil werden zu lassen, hat die Medizinalverwaltung in mehreren kleinen Städten die Einrichtung von Polikliniken (Ambulatorien), wie man sie im Lande bereits hier und da vorfand, gefördert. Der Kreisarzt oder einheimische praktische Ärzte oder später die polnischen Kreisarztstellvertreter hielten in diesen Instituten mehrmals wöchentlich Sprechstunden ab, die zahlreich besucht wurden. Die Kosten für Einrichtung, Arzneien, Verbände usw. trug die Stadt, gegebenenfalls mit Unterstützung des Kreises. Bemitteltere Personen zahlten etwa eine Mark als einmalige Spende.

Somit hat sich auch in dieser Hinsicht die gesundheitliche Versorgung der Bewohner sehr gehoben. Am 1. Januar 1918 waren abgesehen von den Quarantänehäusern 49 Kreiskrankenhäuser, 100 städtische und 42 private allgemeine Krankenhäuser vorhanden.

Das sehr rührige Ministerium für öffentliche Gesundheitspflege, soziale Fürsorge und Arbeiterschutz legte im Herbst 1918 ein Gesetz über die Zwangsversicherung gegen Krankheitsfälle und die durch Krankheit verursachte Arbeitsunfähigkeit nach deutschem Muster vor. Der Kreis der Versicherungspflichtigen wurde darin sehr weit gezogen, dafür von den Kassen aber auch erhebliche Leistungen verlangt. Wenn das Reservekapital der Kasse eine bestimmte Höhe erreicht hatte, sollte sie zur Errichtung von Krankenhäusern, Sanatorien, Rekonvaleszentenheimen, Anstalten für physikalische Therapie und dergleichen verpflichtet sein. Die ärztliche Behandlung war durch Vertrags-Kassenärzte in freier Arztwahl, die Nachuntersuchung durch einen Revisionsarzt beabsichtigt. Bemerkenswert ist, daß bei Infektionskrankheiten Zwangsbehandlung in einem Krankenhause stattzufinden hatte. Hilfeleistungen durch niedere Medizinalpersonen (Feldschere, Hebammen, zahnärztliche Techniker usw.) durften nur auf Anordnung des Kassenarztes und unter seiner Leitung, außerdem aber nur in Geburts- und anderen dringenden Fällen erfolgen, wenn kein Kassen- oder ein anderer approbierter Arzt zugezogen werden konnte. Dem Kassenvorstande war das Recht eingeräumt, wegen Überschreitung der Verordnungen erhebliche Geldstrafen über die Mitglieder zu verhängen. Das Gesetz kam nicht mehr zur Durchberatung, weil die politischen Ereignisse in Polen das Ministerium stürzten.

22. Fürsorge für Geisteskranke und Idioten.

Die etwa 170 Pflegestellen enthaltende öffentliche Irrenanstalt in Warta, Kreis Sieradz, wurde im Winter 1914—15 in einem geradezu trostlosen Zustande angetroffen. Die Wasserleitung war durch die Kälte zerfroren, Heizmaterial fehlte ganz, so daß die Irren zu 3 und 4 in einem Bett lagen, um sich gegenseitig zu wärmen. Bezüglich der Verpflegung war die Anstaltsleitung nur auf die Wohltätigkeit der Gutsbesitzer angewiesen. Es wurde sofort eine ordnungsmäßige Verwaltung eingeführt, die vielen

ausstehenden Pflegegelder eingezogen und den Irren nun wieder ein menschenwürdiges Dasein geboten. Ferner erbaute man zur Aufnahme infektiöser Kranker eine freundliche Isolierbaracke und verbesserte die Anlagen für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung.

Die bei den Kämpfen im November 1914 teilweise zusammengeschossene, ausschließlich der privaten Wohltätigkeit ihre Entstehung verdankende Privatirrenanstalt Kochanówka bei Lodz konnte nach Instandsetzung schon im Juni 1915 im beschränkten Umfange wieder benutzt werden. Alsbald aber wurde sie mit ihren rund 200 Betten gänzlich wieder in Betrieb genommen. Die Irren, von einer tapferen Ärztin im Granatenregen aus der Anstalt nach Lodz geleitet, waren während der Zeit in dem dortigen leerstehenden Stadtgefängnis und einem benachbarten Privathause ärmlich, aber im ganzen ordentlich untergebracht.

Auch die Irrenanstalt in Gora-Kalvarja, Kreis Grojec, in der sieche und harmlose Irre verpflegt werden, erfuhr eine Verbesserung und Erweiterung des Betriebes, so daß sie auch gemeingefährliche Kranke aufzunehmen vermochte.

Aus der etwa 800 Kranke fassenden Staatsirrenanstalt in Tworki bei Warschau hatten bereits im Oktober 1914 die Russen sämtliche Geisteskranke und die Ärzte gen Osten abtransportiert. Die Soldaten zerstörten die Betriebsmaschinen, die Kochvorrichtungen, die Waschanlagen und schleppten die kupfernen Kessel von dannen. Das Mobiliar wurde zum Teil nach Warschau in Sicherheit gebracht, zum Teil aber auch gestohlen. Die Anstalt wurde zur Zeit der Russenherrschaft aus einer eigens hierzu erhobenen Landessteuer unterhalten.

Die Medizinalverwaltung ging daran, die Anstalt als Staatsbetrieb wieder zu eröffnen, da, je mehr Kreise des Landes in Verwaltung kamen, der Mangel an Plätzen für Geisteskranke immer dringlicher wurde und den vorgenannten 3 Irrenanstalten eine unzuträgliche Überfüllung drohte. Am 1. Oktober 1916 konnten mehrere Pavillons für Kranke und einige Wirtschaftsgebäude der Anstalt ihrer Bestimmung wieder zurückgegeben werden, nachdem die notwendigen Ausbesserungsarbeiten beendet, die elektrische Lichtanlage wieder instandgesetzt, die Küche mit neuen Dampfkesseln versehen, die Waschküche wieder eingerichtet, ein neuer Viehstall erbaut, neues Mobiliar besorgt und das alte möglichst wieder zusammengebracht war. Zwei einheimische Psychiater wurden gewonnen. Die Verwaltung unterstand der Medizinalabteilung, die zwei tüchtige deutsche Beamtinnen für das Rechnungs- und Wirtschaftswesen in die Anstalt selbst einsetzte. Am Ende des Jahres 1917 befanden sich bereits 230 Geisteskranke in der Anstalt und 50 weitere Plätze waren vorrätig. Die Zahl der Pfleglinge wuchs beständig, da auch aus den Etappengebieten und Irrenanstalten in Deutschland polnische Staatsangehörige eingeliefert wurden. Am 1. Oktober 1918 wurde bei einer Belegzahl von 270 Kranken ein dritter Arzt angestellt. Die Kranken wurden im Garten, mit dem Flechten von Matten, Nähen und anderen Handarbeiten beschäftigt.

In Otwock wurde die Privatirrenanstalt „Jan Bozy“ mit 400 Betten von der Verwaltung konzessioniert.

Der frühere Pavillon für Seuchenkranke des jüdischen Hospitals in Czenstochau wurde im Winter 1915/16 für die Aufnahme und Verpflegung Geisteskranker eingerichtet, die bis dahin in Nebenräumen des Städtischen Marienhospitals, zum Teil

auch im Gefängnis in ganz unzureichender Weise untergebracht waren. Hier fanden 30 Kranke solange Unterkunft, bis über ihre endgültige Überweisung an eine staatliche Irrenanstalt entschieden war.

23. Fürsorge für Sieche und Krüppel.

In Warschau machte sich bald nach Eroberung der Stadt eine große Zahl von Krüppeln bemerkbar, die durch zudringliches Betteln vor den Kirchentüren und auf den Straßen den Vorübergehenden sehr lästig wurden und durch die Zurschaustellung ihrer Gebrechen öffentliches Ärgernis erregten. Es hatte den Anschein, als wenn eine wohlorganisierte Bettlerzunft hier, wie in Rußland allgemein, ihr Wesen triebe und die Mildtätigkeit mißbrauche[1]).

Die Stadtverwaltung wurde angewiesen, die Leute nach Möglichkeit in Krüppel- und Siechenheimen unterzubringen.

Die Gesellschaft für öffentliche Wohlfahrt in Warschau (Res sacra miser), die im Jahre 1813 begründet wurde und ein Vermögen von 7 1/4 Millionen Rubel besaß, hatte sich von jeher auf diesem Gebiete verdient gemacht. Sie unterhielt 4 Anstalten für Greise und Krüppel mit rund 600 Plätzen. Auch schuf sie ein Genesungsheim für arme, aus dem Krankenhause entlassene Kranke.

Die Fürsorge für die Krüppel, Taubstummen und Blinden wurde den Kreiskommunalverbänden allgemein zur Pflicht gemacht mit dem Erfolge, daß manche der Unglücklichen (z. B. auch unter den freigelassenen polnischen Kriegsgefangenen) in geeigneten Anstalten Aufnahme fanden. Leider trat aber bald eine Überfüllung der Institute ein. Im Jahre 1918 nahm unter den Ausgaben der Stadt Warschau der Ausschuß für öffentliche Wohlfahrt den größten Betrag, nämlich 15,9 Millionen Mark, für sich in Anspruch. Nach der von der Stadtverordnetenversammlung ausgearbeiteten Satzung wurden nur solche Personen von der Gemeinde unterstützt, die keine Mittel zur Befriedigung ihrer unentbehrlichsten Bedürfnisse besaßen, keine unterstützungspflichtigen Angehörigen hatten und endlich solche, die vorübergehend oder dauernd infolge ihres Alters oder Gesundheitszustandes erwerbsunfähig waren. Die Wohlfahrtspflege fand vorwiegend durch Unterbringung in den Armenhäusern statt. Zahlreiche private Vereine, die in großem Umfange Wohlfahrtspflege trieben, wurden von der Stadt durch Beihülfen unterstützt.

24. Fürsorge für das Säuglings- und Kleinkinderalter.

Die Fürsorge für die Säuglinge und Kleinkinder konnte von der deutschen Medizinalverwaltung nicht in die Hand genommen werden. Die Gründe hierfür sind im Kapitel „Tuberkulose“ auseinandergesetzt. Auch hatte bereits seit dem Jahre 1915 der polnische Haupthilfsausschuß zur Linderung der Not in Polen zu Warschau neben anderen Aufgaben sich diesem, für die Erhaltung der Volkskraft wichtigen Gebiete zugewandt und eine erfolgreiche Arbeit geleistet, so daß die Medizinalverwaltung eigener Betätigung entsagen konnte. Für durchgreifende Rettungs-

[1]) Die Unzahl von Mißgestalten, die auf den öffentlichen Plätzen, an den Brücken und Kirchen umherlagerten, dem Anblick des Publikums zu entziehen, gab sich schon die Regierung von Südpreußen alle Mühe.

maßnahmen war ja auch viel Anlaß gegeben. Die Sterblichkeit der ehelichen Säuglinge war allerdings im Verhältnis zu den westlichen Ländern bedeutend geringer, da die polnischen Mütter zum größten Teil ihre Kinder selbst nähren. Die Sterblichkeit der unehelichen Kinder dagegen mußte im Vergleich zu den Kulturländern als außerordentlich hoch angesehen werden. Für diese Kinder tat man in Polen wenig, obwohl die Zahl der unehelichen Geburten von jeher nicht unbeträchtlich war. Beispielsweise betrug die Zahl der unehelichen Geburten zu Warschau im Jahre 1914 8% sämtlicher Lebendgeborenen. Auch in den späteren Lebensjahren war die Sterblichkeit unter den Kindern groß. Dr. Szenaich[1]) berechnete, daß zwar von hundert Müttern, die die silberne Hochzeit erleben, 979 Kinder geboren wurden, daß aber inzwischen fast die Hälfte der Kinder begraben worden war. In Warschau fielen im Jahre 1914 41% sämtlicher Todesfälle auf das Alter bis zu 4 Jahren und 50% auf das Alter bis zu 19 Jahren.

Der Haupthilfsausschuß begründete eine Abteilung für Kinder- und Jugendfürsorge, in der eine Sektion, die „Land-für-Kinder-Sektion" es sich zur Aufgabe machte, arme, insbesondere verwaiste oder der Verwahrlosung ausgesetzte Kinder bei Gutsbesitzern oder in eigenen Kolonien und Pflegeheimen auf dem Lande unterzubringen.

Der Verfasser besichtigte eine Anzahl dieser Pflegestationen und fand die Unterbringung, Verpflegung und Beschäftigung der Kinder im allgemeinen zweckentsprechend. Die Kleinen erhielten Schulunterricht, erlernten leichte Feld- und Gartenarbeiten, die Kleinviehzucht und blühten auf.

Bis zum 1. August 1917 wurden rund 5000 Kinder nach ärztlicher Untersuchung auf das Land in Pflege gegeben. Der Haupthilfsausschuß gab bis zum 1. Januar 1917 über 500000 Rubel an Unterstützungen für diese Zwecke aus. Ein Teil der Mittel wurde durch das Posener Hilfskomitee, eine beträchtliche Summe aber auch durch die Sammeltage „Rettet die Kinder" aufgebracht. Für das Jahr 1917—18 waren etwa 3 Millionen Mark verfügbar. Im Jahre 1918 wurden vom Regentschaftsrat 10 Millionen Mark dem Ministerium für öffentliche Gesundheitspflege zur Verfügung gestellt, damit aus diesem Fonds die Fürsorgeanstalten unterstützt würden. Auch im Generalgouvernement Lublin wurde von dem polnischen Hilfsausschusse eifrig auf diesem Gebiete gearbeitet.

Die deutsche Verwaltung errichtete im Bunde mit dem einheimischen evangelisch-augsburgischen Konsistorium für evangelische Kinder aus Lodz ein künstlerisch ausgeschmücktes schönes Kinderheim in Ostrolenka, das unter Leitung deutscher Schwestern stand. Die Kinder verblieben hier im Frühling und Sommer 6 Wochen und wurden dann von anderen abgelöst.

Die Abteilung des Haupthilfsausschusses für Kinder- und Jugendfürsorge hatte bis zum 1. August 1916 bereits 1500 Kinderbewahranstalten, 86 Kinderpflegestationen, 14 Milchküchen, 2 Gebäranstalten, 10 Hauswirtschaftsschulen, 1 Poliklinik für tuberkulöse Kinder und 4 andere Ambulatorien, 1 allgemeines Kinderkrankenhaus u. a. in 39 Kreisen begründet.

Ein von dem Leiter dieser Fürsorgebestrebungen Dr. Szenaich im Ministerium für öffentliche Gesundheitspflege verfaßtes Merkbüchlein über Säuglingspflege wurde

[1]) Siehe das Kapitel „Abriß einer Bevölkerungsstatistik".

von den Geistlichen bei jeder Taufe verteilt. In den Analphabetenschulen wurde der Inhalt gelehrt und erklärt. In Warschau bildeten sich 3 Säuglings-Pflegevereine mit 12 Stationen, in Lodz einer mit 6 Stationen. In den jüdischen Kinderheimen zu Warschau wurden im August 1917 12000 arme Kinder beköstigt.

Der Plan einer Regelung der Säuglingsfürsorge in Polen ging unter dem Ministerium Dr. Chodzko dahin, daß der Staat Schulen für Hebammen und Kinderfürsorgeschwestern unterhält, Unterstützungen gewährt, die Organisation durchführt und die Aufsicht ausübt. Die Organe der Selbstverwaltung übernehmen die Unterbringung der unehelichen Kinder (Haltekinder), der Waisen, der verwahrlosten und der kranken Kinder und die Schulhygiene aus eigenen Mitteln und den Mitteln der privaten Wohltätigkeit. Wo private Wohltätigkeitsanstalten bereits bestehen, werden sie staatlich beaufsichtigt und empfangen von dieser Seite nötigenfalls Beihilfen. Im Juli 1918 erließ das Ministerium eine Instruktion an die polnischen Medizinalbeamten, die Einrichtung von Kinderfürsorgeämtern in den Kreisen zu beantragen. Durch die rege Mitarbeit der deutschen Behörden traten so gegen Ende der Berichtszeit in zahlreichen Kreisen Beratungsstellen, Waisenämter und Waisenräte in Tätigkeit.

In Warschau besteht ein im Jahre 1736 begründetes „Erziehungshaus für das Königreich Polen", in das zunächst die auf der Straße gefundenen oder von barmherzigen Schwestern eingelieferten Kinder Aufnahme fanden. 1761 richtete man auf Betreiben des Philanthropen Boduen eine Drehlade ein, in die die unehelichen Säuglinge gelegt wurden. Die Anstalt wurde dem damals errichteten Kindlein-Jesu-Krankenhause angegliedert. 1763 bestimmte ein Dekret des Königs von Polen, Friedrich August III, daß bei der Aufnahme solcher Kinder keinerlei Beschränkungen gelten dürften. Die Zustände in der Anstalt scheinen gegen Ende des Jahrhunderts recht arg gewesen zu sein, da De Piles und De Kerdu in ihrem Reisewerk vom Jahre 1796[1]) beschreiben, daß die Ventilation völlig ungenügend war und die Findelkinder zu drei bis vier in einer Wiege lagen. Im Jahre 1800 wurden von den leitenden geistlichen Missionaren in die bis dahin lediglich als Findelhaus zu bezeichnende Anstalt auch ältere eheliche Kinder gegen ein Eintrittsgeld von 6 Rubeln zur Erziehung aufgenommen. Im Jahre 1838 aber ging der Aufsichtsrat des genannten Hospitals, dem jetzt auch die Erziehungsanstalt unterstellt wurde, hiervon wieder ab. Fortan beherbergte diese nur uneheliche Säuglinge und ältere Kinder, die jeglicher Eltern- und Familienpflege beraubt waren. Die Drehlade, die noch bis zum Jahre 1871 bestand, wurde durch ein offenes Büro ersetzt. Auch sonst sind im Laufe der Jahre noch mancherlei Wandlungen in dem Betriebe der Anstalt eingetreten. Die ursprüngliche Absicht, die Säuglinge möglichst bald bei Bauernfrauen gegen Zahlung eines Pflegegeldes unterzubringen, gab man allmählich wieder auf. Einmal wurden die Säuglinge zur Weiterpflege wenig begehrt, da das Pflegegeld angeblich zu niedrig bemessen war, dann aber machte seit dem Revolutionsjahre 1905 die russische Behörde große Schwierigkeiten in der Paßfrage, so daß die Ziehmütter nur schwer nach Warschau gelangen konnten. Die Kriegszeit brachte hierin kaum eine Besserung. Die Anstalt

[1]) Voyage de deux Français en Allemagne, Danemark, Suède, Russie et Pologne, fait en 1790—1792.



konnte natürlich niemals alle unehelichen Kinder von Kongreßpolen aufnehmen, waren doch z. B. in Warschau allein 1775 uneheliche Lebendgeborene im Jahre 1914 zu verzeichnen. Da nun aber der Abfluß auf das Land stockte, trat eine Überfüllung und damit eine erhebliche Säuglingssterblichkeit ein. Diese belief sich im Jahre 1906 auf 36%, stieg aber in den folgenden Jahren immer mörderischer an. 1910 starben 55,4, 1912 58,7, 1914 55, 1915 72,5 und 1916 73,8% der Säuglinge. Der Hauptgrund hierfür war die völlig ungenügende Zahl von Hausammen. Man konnte statt der etatsmäßigen 60 Hausammen, wie berichtet wurde, nur 10 einstellen. Auch die Einrichtung einer modernen Milchküche nach ärztlichen Gesichtspunkten hatte für die Säuglingssterblichkeit keine Besserung zur Folge.

Der Gang der Säuglingsfürsorge in der Anstalt ist nun folgender: Die uneheliche Mutter gibt das Kind mit Taufschein im Findelhause ab und legt dort ihren Meldeausweis nieder. Wenn sie will, zahlt sie etwas für die Verpflegung. Nur die von Familien als Ammen gemieteten Mütter müssen etwa 30 Mark erlegen. Kinder, die nur mit einem Vornamen (ohne Familiennamen) getauft sind und ein Zeugnis des Pfarrers besitzen, daß das Kind aus ihm bekannten Gründen von der Mutter nicht aufgezogen werden kann (Geheimkinder), haben vor anderen das Vorrecht zur Aufnahme. Für sie sind etwa 100 Mark an die Anstalt zu zahlen. Jüdische Mütter werden gefragt, in welchem Glaubensbekenntnis das Kind erzogen werden soll. Es ist hierbei zu bemerken, daß früher in Polen der von Napoleon I. zwangsweise eingeführte Code civil galt und somit der Grundsatz: „La recherche de la paternité est interdite“. Einige Jahre vor dem Kriege aber regelte bereits ein russisches Gesetz die Alimentationspflicht des unehelichen Vaters.

Zur Aufnahme kommen ferner die von den Behörden gesandten Findlinge und diejenigen, die unehelich in den Krankenhäusern oder Gefängnissen geboren werden. Das Kind kann von der Mutter später wieder abgeholt werden oder es verbleibt der Anstalt. Die Pflege der Kinder geschieht in dem Institute unter Leitung von Kinderärzten. Wie gesagt, nehmen nur selten Bauersfrauen wegen eigener Kinderlosigkeit oder aus anderen Gründen ein Kind zur Pflege an. Am häufigsten noch sollen Frauen aus dem Gouvernement Radom die „Klosterkinder“ zu sich genommen haben. In ländlichen Pflegestellen befanden sich in den Jahren 1910—1916 durchschnittlich 2018 Kinder. Diese Kinder wurden bis zum Jahre 1905 ärztlich auf ihr Gedeihen kontrolliert. Dann schaffte die russische Behörde diese Aufsicht als zu kostspielig ab und ließ nur eine Aufsicht durch die Pfarrer und die Gemeindevorsteher zu, die sich aber als ungenügend erwies. Zukünftig wird hier die Obhut der Kreisfürsorgeämter walten. Die Anstalt gewährt ein Pflegegeld bis zu dem 10. Lebensjahre. Danach verbleiben die Kinder meist dauernd bei den Pflegeeltern. Werden sie aber der Anstalt zurückgegeben, so besorgt diese die Unterbringung bei Landwirten und Handwerkern, ohne Pflegegeld dafür zu zahlen. Die übrigen Kinder dürfen bis zum 21. Lebensjahre in der Anstalt verbleiben. In der Jugend erhalten sie Schul- und Handfertigkeitsunterricht, später werden ihnen Arbeitsstellen vermittelt. Wenn sie diese ohne eigenes Verschulden verlassen müssen, dürfen sie in die Anstalt zurückkehren, wohnen für sich, werden aber in Zucht und Sitte gehalten. In den Jahren 1910

bis 1916 enthielt die Anstalt durchschnittlich 1017 Säuglinge und 341 ältere Kinder; durchschnittlich 278 kehrten zeitweilig in die Anstalt wieder zurück. Die Anstalt unterhält sich aus der Verpachtung eigener Grundstücke, durch die Zinsen ihres Vermögens, aus einer besonderen Steuer für die Wohltätigkeitsanstalten im Königreich Polen und durch die von den Behörden oder den Müttern gezahlten Kostgelder. Im Jahre 1916 beliefen sich die Ausgaben auf 259350 Rubel. Wenn eine gründliche Ordnung der Dinge Platz greift, wird die Anstalt zweifellos sehr segensreich wirken und viele Menschenleben für die Allgemeinheit retten. Jedenfalls verdient die Einrichtung eines staatlichen Findelhauses die Aufmerksamkeit aller kriegführenden Länder, wo zum Ausgleich der ungeheuren Menschenverluste die möglichste Erhaltung jedes Neugeborenen ohne ängstliche Rücksicht auf die Kosten unabweisliche Pflicht sein muß.

Neben diesem Erziehungshause betätigt sich auch die Gesellschaft für öffentliche Wohlfahrt in Warschau (Res sacra miser) sehr eifrig auf dem Gebiet der Kinderfürsorge. Sie unterhielt bereits im Jahre 1916 8 Waisenhäuser, 43 Kinderhorte, 4 Kinderkrippen und 44 Handfertigkeitswerkstätten.

25. Kurorte.

Das Verwaltungsgebiet besitzt in Ciechocinek, Kreis Nieszawa, ein treffliches, mit vier großen neuzeitlichen Badehäusern versehenes und mit schönen gärtnerischen Anlagen geschmücktes Solebad. Die Sole wird aus mächtigen, tiefliegenden Salzlagern zutage gefördert und in einem riesigen Gradierwerk und in Siedepfannen zu Kochsalz verarbeitet. Als Kurmittel werden verdünnte Sole zum Trinken, verschiedene Solestärken zu Bädern und zum Inhalieren, Moorbäder, elektrische Bäder usw. angewandt. Das Bad wurde bereits zur Zeit der russischen Herrschaft viel besucht; auch kamen zahlreiche Kurgäste aus den östlichen Provinzen Preußens alljährlich dorthin.

Im Jahre 1914 und 1915 brachte, der Notwendigkeit gehorchend, die Militärverwaltung in den Badehäusern ein großes deutsches Kriegs- und Seuchenlazarett unter, so daß das Bad von der einheimischen Bevölkerung nicht benutzt werden konnte. Im Jahre 1916 aber wurde es dem Publikum freigegeben, da nur noch eines der Badehäuser für nicht infektiöse, erholungsbedürftige deutsche Soldaten Verwendung fand. Als Badeärzte wurden zwei praktische Ärzte eingesetzt und für das Inhalatorium, das mit modernen Apparaten ausgestattet wurde, ein Laryngologe von Ruf zugelassen. Eine Entlausungsanstalt und Absonderungsräume für Infektionskranke und kranke Prostituierte wurden bereitgestellt, die Wasserversorgung und die Ableitung der Abwässer verbessert. Der Badeort hatte 1916 einen Besuch von rund 4600 Personen. Infektionskrankheiten, namentlich Fleckfieber, ereigneten sich nicht.

Im Jahre 1917 wurden mit Rücksicht auf die zu erwartende Zunahme der Kurgäste (7—8000) 12 Ärzten, darunter auch je zwei Ohren-, Kinder- und Frauenärzten die Erlaubnis zur Praxis im Badeort erteilt. Das Angebot war zwar erheblich größer, konnte aber bei dem sonstigen Mangel an Ärzten im Lande, die zur Bekämpfung des Fleckfiebers und für andere Aufgaben viel dringender notwendig waren, nicht berücksichtigt werden. Die scharfe Überwachung des Gesundheitszustandes der Badegäste

insbesondere die Kontrolle auf Verlaustsein, wurde auch in diesem Jahre dezent, aber energisch durchgeführt, so daß es bei einem einzigen, eingeschleppten Fleckfieberfalle blieb, obwohl etwa 1/5 der Besucher bei ihrer Ankunft verlaust waren.

Im Jahre 1918 bewirkte die scharfe Beaufsichtigung des Badepublikums, daß sich dort kein einziger Fleckfieberfall ereignete. Von den 8140 Besuchern erwiesen sich rund 800 mit Läusen behaftet.

In der Badezeit 1917 wurden 173788 Solebäder an Badegäste verabfolgt.

In Ozorkow, Kreis Lenczyca, strömt eine sehr ergiebige, 22° warme Quelle an vier Stellen zutage. Die von der Medizinalverwaltung veranlaßte Untersuchung ergab, daß es sich um eine schwach alkalische Thermalquelle im Sinne des Deutschen Bäderbuches handelt, der für Heilzwecke eine besondere Bedeutung nicht zuzusprechen ist, die aber zur Speisung einer Badeanstalt sich wohl verwenden läßt. Ein Privatmann hat eine primitive Einrichtung derart bereits ausgeführt.

26. Bäder.

Die Badeanstalten in den großen Städten waren mit moderner Ausstattung versehen und sauber gehalten, die in den kleineren Städten aber waren meist sehr rückständig und verschmutzt. Zahlreiche Stadtverwaltungen mit deutschen Bürgermeistern wie die von Ciechanow, Konin, Slupca u. a. ließen sich eine Besserung der Verhältnisse angelegen sein und erbauten schöne Volksbadehäuser mit Wannen- und Brausebädern. Die städtische Badeanstalt in Konin z. B. enthielt 7 Wannen, 3 Brausebäder, eine Zelle mit 4 Brausen für Schulkinder und ein elektrisches Lichtbad. Die Gesamtkosten betrugen 37628 Mark. Täglich wurden durchschnittlich 43 Wannenbäder, 20 Brausebäder und 1 elektrisches Lichtbad verabfolgt. Wöchentlich badeten 50 Schulkinder unentgeltlich. Auch in Lodz, Warschau, Pabianice u. a. wurden von den Stadtverwaltungen oder Fabrikanten Bäder für Schulkinder und die ärmere Bevölkerung umsonst abgegeben. Der Kreisentlausungsanstalt in Wysokie-Mazowieckie wurde eine größere Wannenbadeanlage angeschlossen.

Erbärmlich zu nennen waren in Ausstattung und Reinhaltung die meisten jüdischen rituellen Badeanstalten (Mikwehs). Häßliche Gebäude mit abbröckelndem Mauerwerk, dem Einsturz nahen Dächern, in der Nähe ein oft verfallener verschmutzter Brunnen, aus dem man das Wasser für die Bäder entnahm, hinter dem Hause ein übelriechender Morast, den die dort versickernden Badewässer verursachten. Innen ungetünchte Wände, fingerdicker Schmutz auf den ausgetretenen Brettern des Fußbodens, überflüssiges Gerümpel, von Spinnengeweben und Staub geschwärzte Fenster, wurmstichige, verfaulte Bänke und Regale, verrostetes, windschiefes Pumpwerk, Badewannen und Bassins, die vor Schmutz starrten. Die Bassins wurden nie gereinigt; nur einmal im Jahre, wie wir hörten, wusch sie der Rabbiner mit Kuhmilch aus. Man kann sich denken, welcher Unrat sich dort ansammeln mußte, da an einem Tage oft Hundert und mehr Personen sich dort wuschen und untertauchten. In dem halbdunklen Schacht, in dem die Frauen ihre regelmäßigen Waschungen vornehmen, stand eine braunrote Brühe, der kaum einmal frisches Wasser zugeführt wurde. Im Winter wurde diese Flüssigkeit nur in einen Wärmkessel gepumpt und alsdann wieder

in den Schacht gelassen. Kleiderrechen oder gar Schränkchen zu diesem Zwecke gab es nicht, Abortanlagen waren nicht vorhanden.

Gegen diese Schmutzerei gingen die deutschen Kreisärzte mit aller Schärfe vor.

Die Badeanstalten wurden von dem jahrzehntealten Schmutz befreit. Man nahm die baulichen Herstellungsarbeiten vor, versah die Räume mit einfachem, aber sauberen Inventar, versorgte die Bäder mit einwandfreiem Wasser, das oft erneuert wurde, und dergleichen mehr. Der Betrieb wurde häufig kontrolliert und so gründliche Ordnung geschaffen. Öfters mußten die Anstalten solange geschlossen werden, bis die schweren und vielfältigen Mißstände beseitigt waren; meist aber brauchte die rituelle Benutzung nicht gestört zu werden. Bisweilen war eine Bestrafung der Aufsichtspersonen, die, ohne Verständnis für die menschenunwürdige und gemeingefährliche Beschaffenheit der Badehäuser, hartnäckig den Maßnahmen widerstrebten, nicht zu vermeiden. In einer größeren Zahl von Kreisen wurden Polizeiverordnungen über den Betrieb erlassen.

Auf diese Weise wurden die Schmutzstätten allmählich hygienische Reinigungsanstalten. Manche Gemeinden sahen den Vorteil ein und brachten reichliche Mittel auf, um Gutes zu schaffen. In der Kreisstadt Lask z. B. wurde mit einem Kostenaufwande von 33 000 Mark freiwilliger Beiträge eine Mikwa neuerbaut. Die Bassins werden durch eine elektrisch angetriebene Pumpe entleert und mit Dampf desinfiziert. Die Anstalt erhielt elektrisches Licht, Dampfheizung, Warmwasserleitung und einen Heißluftentlausungsofen und umfaßte außer den rituellen Baderäumen 8 Zellenbäder, 7 freistehende Bäder und 20 Douchen. Anderwärts erreichte man auch mit geringeren Mitteln eine wesentliche Besserung auf diesem Gebiete.

Von den Besitzern der Weichselbadeanstalten in Warschau wurden geeignete Abortanlagen verlangt. Man entleerte bis dahin die Aborte in unmittelbarer Nähe der Badenden einfach in den Fluß.

27. Kurpfuscherei.

Mehr oder minder unheilvoll waren nicht approbierte Personen auf manchem Gebiet der Heilkunde tätig.

Man behandelte die Gesichtsrose, indem man das Gesicht mittels des Höllensteinstiftes mit Kreuzen und Strichen überzog. Knochenbrüche richtete man nicht ein, sondern verband sie nur. Auf entzündete Augenbindehäute streute man gepulverten Zucker (statt Calomel). Bei Krätze ließ man mit grauer Quecksilbersalbe stark die Haut einreiben, so daß häufig eine schwere Mundschleimhautentzündung die Folge war. Bisweilen führte eine solche Entzündung sogar zum Durchbruch durch die Backe. Die Diagnose innerer Krankheiten gründete man auf das Beschauen des Urins.

Kurpfuscherei bei inneren Leiden treiben auch zahlreiche Apotheker und Hebammen. In Warschau ließen wir die kurpfuscherischen und ähnlichen Ankündigungen gemeinsam vom Kreisarzt und dem Städtischen Gesundheitsamt vor der Aufnahme in die Tageszeitungen prüfen. Später wurde diese Kontrolle allgemein den polnischen Kreisarztstellvertretern aufgegeben.

Wo Übelstände sich zeigten, wurde eingeschritten. Eine, wenn auch unzureichende gesetzliche Unterlage hierzu bot der in Kraft gesetzte Entwurf des russischen

Strafgesetzbuches von 1903. Dieses belegte denjenigen, der, ohne das Recht zur ärztlichen Praxis zu besitzen, mit giftigen oder starkwirkenden Stoffen Heilverfahren unternahm, mit Haft- oder Geldstrafe. Bekanntmachungen dieser Stoffe waren von der russischen Medizinalbehörde seinerzeit erlassen. Nach dem früheren russischen Strafgesetzbuch von 1885 fand eine Bestrafnng nur statt, wenn durch die genannten Heilverfahren eine Gesundheitsschädigung entstanden war.

28. Begräbniswesen.

Die erste Verfügung, die die Medizinalverwaltung überhaupt erließ, war eine Anweisung an die Kreischefs, wie mit den Soldatengräbern, die zum Teil nur sehr eilig hatten angelegt werden können, in würdiger und zweckmäßiger Weise zu verfahren sei. Später übernahm diese Aufgabe die Militärverwaltung.

Die oft sehr malerisch in Waldparzellen eingebetteten Friedhöfe im Lande ließen mehrfach die Berücksichtigung gesundheitlicher Fragen vermissen. Nicht selten standen die Särge in der oberen Grundwasserzone. Die neuen Begräbnisplätze aber wurden erst angelegt, nachdem die Kreisärzte das Gelände untersucht und die Begräbnisordnung begutachtet hatten.

Die vom Verwaltungschef im Jahre 1917 erlassene Baupolizeiordnung für das platte Land enthielt auch Bestimmungen über die Anlage von Friedhöfen.

Im übrigen sei auf Abschnitt 19, I e Leichenwesen hingewiesen.

29. Gefängniswesen.

Bei Beginn der Verwaltung fanden sich die Gerichts- und Polzeigefängnisse in einem geradezu kläglichen Zustande. Sie waren voll Ungeziefer, aufs äußerste verunreinigt, hatten vielfach ungesunde Brunnen und ekelhaft verschmutzte Aborte und erwiesen sich auch der Plätzezahl nach als unzureichend. Der Brunnen auf dem Gefängnishofe in Lenzyca lag nur wenige Meter von einer alten Richtstätte entfernt, auf der die Hingerichteten verscharrt waren. Er enthielt viel organische Substanzen. Die Gefangenen waren voll Unflat; Badegelegenheit gab es nicht. Neben Kopf- und Kleiderläusen fand man bei den Insassen bis zu 50% Filzläuse. Die Verpflegung der Häftlinge geschah durch die Angehörigen, die täglich das Essen brachten. Überall mußte nun Ordnung geschaffen werden. Die hygienische Überwachung der Gefängnisse wurde den Kreisärzten bezw. Gerichtsärzten zur Pflicht gemacht, die Behandlung der Insassen einheimischen Ärzten übertragen.

Mehrere neue Gefängnisse wurden von der Gefängnisverwaltung des Verwaltungschefs erbaut, die alten gründlich gereinigt, die Zellen mit Kalk getüncht, das Mobiliar verbessert oder erneuert, moderne Küchen und Werkstätten angelegt, elektrische Beleuchtung eingerichtet, die Wasserversorgung und die Beseitigung der schmutzigen Abgänge gesundheitsgemäß gestaltet. Es zog nun unter der Leitung tüchtiger deutscher Gefängnisinspektoren und Aufseher auch hier die deutsche Ordnung und Reinlichkeit ein. In jedem größeren Gefängnis wurde eine Entlausungs- und Badevorrichtung angelegt, manche erhielten eigene Dampfdesinfektionsapparate. Die Überfüllung der Gefängnisse war so ziemlich der einzige hygienische Mangel, der sich nicht überall beseitigen ließ;

nach Möglichkeit aber trat auch in dieser Beziehung Wandel ein. Über die Maßnahmen zur Vermeidung der Fleckfiebereinschleppung ist in dem Kapitel „Fleckfieber" das Nötige gesagt. Abgesehen von einzelnen Fällen gelang es, Fleckfieber und auch sonst übertragbare Krankheiten den Gefängnissen gänzlich fernzuhalten.

Die Kosten für die Gefängnisum- und -neubauten betrugen über 4 Millionen Mark.

30. Gerichtsärzte.

An Hand des vom Verwaltungschef eingeführten Entwurfs des russischen Strafgesetzbuchs von 1903 wurden die gerichtsärztlich wichtigen Paragraphen über den Schutz der Volksgesundheit und der öffentlichen Sittlichkeit, die Bestimmungen über Verbrechen und Vergehen wider das Leben, über Unzucht usw. mit dem Chef der Justizverwaltung besprochen. Die mit deutschen Richtern zu besetzenden Gerichtsbezirke waren nach den Bezirken der deutschen Kreisärzte abgegrenzt. Ihre Funktionen als Gerichtsärzte wurden durch besonderen Erlaß geregelt. Insbesondere kam so in das Obduktionswesen, das von den russischen Kreisärzten meist als eine gleichgültige Sache schnell abgetan wurde, die nötige Sicherheit.

In Warschau Stadt und Land und dem Bezirk des Polizeipräsidiums in Lodz (4 Kreise) sind besondere Gerichtsärzte im Sinne der preußischen Gerichtsärzte angestellt worden.

Für gerichtlich-chemische und andere Untersuchungen war das Staatliche Hygienische Institut in Lodz zuständig. Hier wurde auch ein treffliches Prosektorium durch den deutschen Kreisarzt eingerichtet, in dem dieser, der deutsche und später der polnische Gerichtsarzt neben den Leichenöffnungen pathologisch-anatomische Arbeiten vornahmen. Auch in Warschau erhielt der Gerichtsarzt ein ausreichend ausgestattetes Laboratorium.

Die gerichtsärztliche Tätigkeit der deutschen Gerichtsärzte und der Kreisärzte bezog sich zumeist auf die Folgen von Verbrechen. Namentlich lieferten hierzu die überaus häufigen Banditenüberfälle den Stoff, bei denen die Opfer oft zunächst brutal verstümmelt und dann in grauenerregender Weise ermordet wurden. Der Tod erfolgte durch Erschießen, Erwürgen, Halsabschneiden, Axthiebe, massenhafte Messerstiche, Erhängen, zu Tode Prügeln, Zertreten des Brustkorbes mit den Stiefelabsätzen, Lebendigverbrennen durch aufgegossenes und angezündetes Petroleum und dergleichen. Bisweilen verrammelten die Täter die Häuser und brannten sie dann mit den Insassen nieder. Oft peinigten die Mörder, hauptsächlich entlaufene russische Kriegsgefangene oder entsprungene einheimische Verbrecher, die Überfallenen vorher durch Versengen der Hände mit untergehaltenen Kerzen, oder durch Beträufeln mit geschmolzenem Siegellack, um Geständnisse zu erpressen. Doch auch sonst wurden Körperverletzungen schwerster Art mit tödlichem Ausgang beobachtet, wie Verletzungen des Schädels durch Beile, Knüppel, Wagenrungen, Steine, Spaten, Hacken, Hämmer usw., Halsabschneiden mittels Messer oder Sense, Erwürgen mit Zertrümmerung des Kehlkopfes, Messerstiche in Hals und Brust, Rippenbrüche u. a. In einem Falle banden Knaben ein Kind auf einen Stier und hetzten ihn. Das Kind, das mit dem Stier mehrfach zu Falle kam, verstarb an schweren inneren und äußeren Verletzungen.

Diese bestialischen Verbrechen schienen uns das hervorstechendste Zeichen in der Kriminalistik des Landes, in dem eine rechtlich ausreichende Sühne im Sinne der Abrechnung nicht bestand. Das russische Strafgesetzbuch setzte bekanntlich nur auf Verletzung der Majestät des Zaren die Todesstrafe.

In zweiter Linie waren es die zahlreichen Verbrechen gegen die Sittlichkeit, wie Blutschande, Notzucht und unzüchtige Handlungen an Kindern, manchmal mit nachfolgender Tötung, bei denen die Gerichtsärzte gutachtlich gehört wurden. Sehr häufig waren auch die Verbrechen gegen das keimende Leben, die durch Hebammen oder sonstige gewerbsmäßige Abtreiberinnen an unehelich geschwängerten Personen, z. B. den Reservistenfrauen, zur Vermeidung der öffentlichen Schande ausgeführt wurden. Solche Abtreibungen der Leibesfrucht erfolgten durch Eihautstich, Dehnungen des Cervikalkanals und angeblich auch durch Verabreichen von Arsenik. Nach den Mitteilungen polnischer Ärzte waren diese Verbrechen auch vor dem Kriege in den Städten gang und gäbe und ein gesuchtes Mittel, um die Folgen eines leichtfertigen Lebenswandels zu beseitigen. Im Zusammenhang mit der herrschenden und während des Krieges weiter um sich greifenden Entsittlichung standen auch die vielen Kindermorde und Kindesaussetzungen. Der Tod der neugeborenen Kinder wurde durch schwere Schädelverletzungen, Erwürgen mit der Hand oder mit Schnüren (Heuseile usw.), durch Lebendigbegraben, Ertränken in Brunnen, Bächen, Aborten, durch Ersticken mittels weicher Bedeckungen oder durch Einführen von Wattebäuschen, zusammengeballter Zeitungen oder von Steinen in den Schlund und durch gröbste Vernachlässigung der Pflege herbeigeführt.

Giftmorde waren selten. Meist war hierzu Arsenik verwendet worden.

Selbstmorde gaben oft zu gerichtlichen Untersuchungen Anlaß. Die Personen hatten sich erhängt, ertränkt, sich starke Verbrennungen zugefügt, die Kehle abgeschnitten, oder hatten Gift wie Cyankali, Sublimat, Arsenik, Lysol, Karbol, Essigessenz, Brennspiritus, Methylalkohol, Terpentinöl, Jodtinktur und Strychnin oder andere Alkaloide genommen.

Die Feststellung zunächst unbekannter Todesursachen ergab Pilzvergiftung, Alkoholvergiftung, Erfrieren, Tötung durch Blindgänger, Kohlenoxydvergiftungen, Überfahrensein, Verbrennungen, Blitzschlag und ähnliches.

Todesfälle von Wöchnerinnen waren öfters durch Fahrlässigkeit der Hebammen, z. B. bei Querlagen und in der Nachgeburtszeit, eingetreten.

Endlich brachten auch die Untersuchungen auf zweifelhafte Geisteszustände den deutschen Gerichtsärzten eine reichliche Beschäftigung.

Als am 1. September 1917 die Justizverwaltung dem Provisorischen Staatsrat für das Königreich Polen übertragen wurde, stellte die Medizinalverwaltung dem Justizdepartement zwei polnische, im Kursus für Medizinalbeamte ausgebildete besondere Gerichtsärzte für Warschau und Lodz zur Verfügung, und zog die deutschen Gerichtsärzte ein. Einer von diesen wurde als Kreisarzt verwendet, der andere der Heimatsbehörde zurückgegeben. Die polnischen Gerichtsärzte erhielten von der deutschen Verwaltung ein Monatsgehalt von 200 Mark. Ferner sollten ihnen sämtliche gerichtsärztlichen Gebühren, die in einer dem preußischen Muster nachgebildeten, aber in

einzelnen Sätzen erhöhten Gebührentaxe zusammengefaßt waren, zustehen. Am 1. Oktober 1918 wurden sie aus der deutschen Verwaltung entlassen und traten nunmehr in den Dienst der polnischen Staatsregierung.

In den übrigen Kreisen wurden die polnischen Kreisarztstellvertreter der polnischen Justizverwaltung als Gerichtsärzte ausgeliehen. Die Befundaufnahme geschah zunächst gemeinschaftlich mit den deutschen Kreisärzten, später selbständig. Von Anbeginn aber hatte, zumal die Gerichtssprache die polnische war, der Kreisarztstellvertreter vor dem Gericht das Gutachten abzugeben. Die Zusammenarbeit war auch hier von gutem Erfolg begleitet. In manchen Gerichtsbezirken wurde aber der Gerichtsarzt nach deutschen Auffassungen zu selten von den polnischen Gerichten herangezogen.

31. Ausgaben für das öffentliche Gesundheitswesen.

Die Kosten des neugeschaffenen öffentlichen Gesundheitswesens wurden im Verwaltungsjahre 1915 von Fall zu Fall aus der Staatskasse und allmählich auch aus gewissen Einnahmen der Kreise bestritten. Die in dieser Zeit gemachten Erfahrungen ließen aber alsbald die Notwendigkeit erkennen, die Tragung der Kosten grundsätzlich zu regeln. Als die am 28. Januar 1916 für das Generalgouvernement Warschau erlassene Kreisordnung den Kreisen die Selbstverwaltung einräumte, wurden den neugebildeten Kreiskommunalverbänden auch bestimmte gesundheitliche Pflichten auferlegt, bei deren Erfüllung sie aber die Mitarbeit der Gemeinden fordern konnten. Der Grund war, die Kosten auf die leistungsfähigsten Schultern zu legen und so großzügiger und und eindringlicher vorgehen zu können, als man durch das Überlassen derartiger Aufgaben an kleinere Verbände oder an Privatpersonen je erreicht haben würde. Diese gesundheitlichen Aufgaben waren:

1. Die Errichtung und Unterhaltung von Kreiskrankenhäusern und Krankenpflegestationen, sowie die Leistung von Beiträgen an Gemeinden oder andere Unternehmer zum Bau und zur Unterhaltung von Krankenhäusern und Krankenpflegestationen.
2. Die Unterstützung leistungsschwacher Gemeinden auf den Gebieten der Seuchenbekämpfung sowie der den Gemeinden obliegenden Fürsorge für russische Krüppel (§ 336 der Militär-Sanitätsordnung). Später wurde diese Pflege auch den polnischen verwundeten oder kranken Kriegsgefangenen zuteil.
3. Die Übernahme der Impfkosten und Desinfektionskosten (einschließlich der Desinfektionsmittel).
4. Die Unterstützung der Gemeinden zur Schaffung gesundheitsfördernder Einrichtungen, z. B. Anlage von Brunnen, Bau von Wasserleitungen, Beseitigung der Abwässer usw.

Die Kreise waren ferner berechtigt, solche Einrichtungen, falls sie zweckmäßig nur für ein größeres Gebiet getroffen werden konnten, als Kreisaufgabe zu übernehmen.

Die Verordnung über die außerordentliche Armenpflege vom 5. Dezember 1916 erweiterte die gesundheitlichen Aufgaben der Kreiskommunalverbände (Landarmenverbände), indem sie ihnen die Fürsorge für hilfsbedürftige Geisteskranke, Geistesschwache, Fallsüchtige, Taubstumme und Krüppel des Bezirks durch Unterbringung

in Anstalten zuteilte. Dabei wurde diesen Verbänden ein Rückgriff auf die nach bürgerlichem Recht zur Gewährung des Unterhalts Verpflichteten und die Befugnis eingeräumt, die zuständigen Ortsarmenverbände bis zur Hälfte der aufgewendeten Kosten heranzuziehen. Diese Bestimmungen erstreckten sich auch auf die Kosten, die durch die Zwangsheilung der Dirnen entstanden.

Die Kreisverwaltungen und die Gemeinden hatten bei der Armut breiter Volksschichten besonders in den Städten weitaus die größten Lasten aufzubringen. Soweit die Kreise, wie besonders die durch den Krieg erheblich geschädigten Kreise rechts der Weichsel, aus eigener Kraft zur Leistung nicht voll befähigt waren, gewährte ein sehr nahmhafter Kreisdotationsfonds und ein Seuchenbekämpfungsfonds der Zentralverwaltung Unterstützung. Aus diesen Fonds wurden z. B. in den Jahren 1917 und 1918 an die Stadt Warschau 225000 M. und an den Polizeibezirk Lodz 300000 M. zur Unterstützung in der Fleckfieberbekämpfung gegeben. Die Stadt Lodz erhielt im Jahre 1918 30000 M. Zuschuß.

Daß die Ausgaben für das Gesundheitswesen in einem hygienischen Unlande wie Polen beträchtlich sein mußten, lag auf der Hand. Hoch waren schon die erstmaligen Kosten des Baues und der Einrichtung von Kreiskrankenhäusern, der Desinfektionsanstalten, der Beschaffung von Desinfektionsapparaten u. a. und die Zuschüsse, die leistungsschwachen Gemeinden zur Anlage und Ausstattung von Seuchenspitälern, Quarantänehäusern, Entlausungsanstalten u. a. gewährt werden mußten. Die Höhe dieser Kosten wuchs gegenüber den Ausgaben des ersten Verwaltungsjahres ganz beträchtlich an, da bei der allgemeinen Auffassung, der Krieg nähme bald ein Ende, in dieser Zeit zwar ausreichende, aber nur einfache provisorische Einrichtungen getroffen wurden, mit fortschreitender Klärung der politischen Verhältnisse und zumal nach der Proklamation des Königreichs Polen es jedoch die Pflicht gebot, modernen westeuropäischen Anschauungen mehr Rechnung zu tragen und auch dauernde Werke im Lande entstehen zu lassen. Hierzu kamen die durch Verringerung der Vorräte und durch den Wucher allmählich phantastisch werdenden Preise für alle Materialien.

Weit höher noch waren die laufenden Ausgaben.

Im Jahre 1916 betrugen diese rund $13^1/_2$, die einmaligen Ausgaben $3^1/_2$ Millionen Mark. Im ganzen wurden also für das Gesundheitswesen von den Kreisen 17 Millionen Mark = 17,7 % ihrer Gesamtausgaben aufgebracht.

Im Jahre 1917 haben die laufenden Ausgaben der Kreiskommunalverbände 13, die einmaligen 3 Millionen Mark betragen. Im ganzen sind in diesem Jahre also von den Kommunalverbänden 16 Millionen Mark für das Gesundheitswesen, d. l. 16 % ihrer Gesamtausgaben, aufgewendet worden.

Von den genannten Summen sind auf den Haushaltsplan der Stadtgemeinde Warschau für das Jahr 1916 rund 11, auf Lodz $2^1/_2$ Millionen zu rechnen. Im Jahre 1917 betrugen die Aufwendungen von Warschau 9, von Lodz $2^4/_5$ Millionen Mark. Allein für die Fleckfieberbekämpfung gab Warschau in diesem Jahre $2^1/_4$ Millionen Mark aus. Beide Städte sind die einzigen kreisfreien Städte des Verwaltungsgebietes. Sie haben durch die Kriegsverhältnisse, die ihre Industrie stilllegte, finanziell außerordentlich gelitten. Die Stadtgemeinde Lodz hatte vor dem Kriege zwar keine Schulden,

besaß aber auch weder Wasserleitung noch Kanalisation, weder ausreichende Krankenhäuser noch sonstige hygienische Anstalten und Einrichtungen, wie sie für eine westeuropäische Stadt selbst geringerer Größe selbstverständlich sind. Inzwischen hat natürlich Lodz ganz erhebliche Summen leihen müssen. Warschau vermehrte seine Schuldenlast vom 10. Oktober 1915 bis 1. April 1918 von 97 auf 141 Millionen Mark, wovon allerdings die starken Rückstände an städtischen Steuern und der nicht unbeträchtlich gestiegene Wert der städtischen Grundstücke und Gebäude abzuziehen sind.

Der Etat der Zentralstelle der Medizinalverwaltung belief sich im Jahre 1916 auf 500000 Mark für die öffentliche Gesundheitspflege und auf 82500 Mark für das Hygienische Institut in Lodz. Im Jahre 1917 wurden 150000 Mark für Seuchenbekämpfung, 188210 Mark für Hygienische Institute in Lodz und Warschau, 187817 Mark für die Landesirrenanstalt in Tworki und 50000 Mark für den Kursus zur Ausbildung polnischer Medizinalbeamten in den Etat eingesetzt. Im Jahre 1918 nahm der Titel: Seuchenbekämpfung, Tuberkulose- und Säuglingsfürsorge die Höhe von 300000 Mark an. Das Hygienische Institut in Lodz erforderte einen Zuschuß von 20000 Mark (Ausgaben: 148000, Einnahmen: 128000 Mark), die Irrenanstalt Tworki einen Zuschuß von 29000 Mark (Ausgaben: 407000, Einnahmen: 378000 Mark). Das Wutschutzinstitut in Warschau erhielt einen Jahreszuschuß von 12000 Mark, die Landesimpfanstalt in Warschau wurde mit Einnahmen von 20000 Mark und Ausgaben von 10000 Mark, also mit einem Überschuß von 10000 Mark in Anschlag gebracht. Für die Cholerabekämpfung wurden außerdem noch 200000 Mark bewilligt. Zu erwähnen wäre noch, daß der Staatskasse durch die an sie abzuführenden Gebühren für die amtlichen Atteste der Kreisärzte im Jahre 1917 145000 Mark an Einnahmen erwuchsen. Die Hauptrolle spielten hierbei die Entlausungsscheine (s. Kapitel Fleckfieber).

Die Aufwendungen der Staatskasse und der Gemeinden für das Jahr 1915 und die der Kreise für das Jahr 1918 (bis 15. November) können hier leider nicht angegeben werden, weil die Unterlagen in Warschau zurückbleiben mußten. Es ist daher unmöglich, die Gesamtkosten des Gesundheitswesens von 1915—1918 zu berechnen. Jedenfalls aber bleiben sie weit hinter der Summe zurück, die das Verwaltungsgebiet gesundheitlich vereinnahmte. Nach einer sorgfältigen Berechnung, die allein auf Grund der in dieser Arbeit niedergelegten Seuchenstatistik aufgestellt wurde, ist durch die Tätigkeit der Gesundheitsbehörde dem Lande eine Summe von 150 Millionen Mark an erhaltener Volkskraft eingebracht worden.

Dies waren im Ganzen die Aufgaben, die die deutsche Medizinalverwaltung löste und die Gebiete, auf denen sie wenigstens einen Anfang dazu machte.

Die Ausführung der rein polizeilichen Maßnahmen lag den Kreischefs und Polizeipräsidenten ob. Die technische Leitung und Verantwortlichkeit hatten die deutschen Kreisärzte und Seuchenkommissare, die in dringenden Fällen, wie zumeist, erstmalig bindende Anordnungen zu treffen berechtigt waren. Die deutschen Medizinal-

beamten gaben ihr bestes her und suchten sich auch ihrerseits in den weiten Rahmen einzufügen, den das deutsche Volk um seine Kraftentfaltung, seinen Opfermut und seine Geduld im Weltkriege spannen mußte. Das deutsche Gesundheitswesen fand uns als seine begeisterten Verkünder, die es, soweit die schwierigen Verhältnisse es zuließen, auch in die Tat umsetzten. Trotz immer unzureichender Hilfskräfte, bei Wind und Wetter, in Hitze und Eis, auf meilenweiten schlechten Wegen, in den schmutzigen Ortschaften, in unsauberen Krankenhäusern, in verlausten Wohnungen, im täglichen Verkehr mit schmutzigem Volk war der deutsche Medizinalbeamte unermüdlich an der Arbeit, die Forderungen der deutschen Gesundheitswissenschaft im Lande geltend zu machen. Wer die deutschen Kreisärzte an ihren Arbeitsstellen sah, wie der Berichterstatter, der von September 1914 bis November 1918 auf seinen Revisionsreisen im Verwaltungsgebiet rund 53000 Kilometer zurücklegte, muß noch hervorheben, welche Selbstverleugnung es für Kulturmenschen bedeutete, in meist unwirtlicher Umgebung, in oft primitivster Lebenshaltung, in stetem Kampfe mit Unkultur, Unverstand und Unzuverlässigkeit, fern von Weib und Kind, unter steter Gesundheitsgefahr Jahre seines Lebens zuzubringen.

Um die Arbeitsfreudigkeit hoch zu halten und zu eifriger Leistung anzuspornen, wurde von der Zentralleitung den Kreisärzten entsprechend ihrer großen Verantwortlichkeit auch eine möglichst große Selbständigkeit eingeräumt. Die Erlasse der leitenden Stelle prägten im allgemeinen nur die Grundsätze aus, nach denen zu verfahren war, und überließen die Ausführung der Kreismedizinalbehörde. Die zahlreichen Revisionsreisen aber hielten den lebendigen Kontakt zwischen der zentralen und lokalen Stelle aufrecht und gaben die Gelegenheit, vieles durch Besprechung zu erledigen, was sonst viel Schreibwerk erfordert haben würde. So konnte auch das Berichtswesen eine nicht unerhebliche Einschränkung erfahren, und es wurden nur verhältnismäßig wenige, aber genaue Berichte von den Kreisärzten verlangt.

Bei dieser Regelung hatte sich die Medizinalverwaltung den Leitspruch zu eigen gemacht, den der Vater der Preußischen Städteordnung von 1808 seinem Entwurf als Wahlspruch an die Spitze stellte. Das Wort „Zutrauen veredelt den Menschen, ewige Bevormundung hemmt sein Reifen“ fand auch hier seine Geltung. Daß die deutsche Medizinalverwaltung bei der Hygienischen Umgestaltung Polens und auch im Aufbau des polnischen Medizinalwesens dieser Wahrheit folgte, hat sie im allgemeinen nicht zu bereuen gehabt.

32. Beeinträchtigung der Gesundheitsfürsorge durch das Verhalten der Bevölkerung, insbesondere durch Volksgebräuche.

Fragt man sich nun, ob diese Leistungen in der Bevölkerung des Landes W ü r d i g u n g und V e r s t ä n d n i s fanden, so muß man zwischen der Aufnahme der Maßnahmen bei der Intelligenz und bei dem ungebildeten Teile der Bevölkerung unterscheiden. Diesem gehören die 60—70 % Analphabeten des Landes an, so daß er die dünne Schicht der Gebildeten ungemein überwiegt. Besondere Eigenheiten weist auch noch das Verhalten der einfachen jüdischen Kreise auf, die in ihrem Urteil durch die Fesseln verknöcherter Gebräuche und Vorschriften stark gebunden und anscheinend

mehr als die polnische Bevölkerung durch die Einflüsse der zarischen Herrschaft verderbt worden sind[1]).

Die intelligenten Schichten der polnischen Bevölkerung (Großgrundbesitzer, Geistlichkeit und der städtische Mittelstand) sahen allmählich den Wert der gesundheitlichen Bestrebungen, besonders in der Seuchenbekämpfung ein und lernten die Überlegenheit der deutschen Methoden schätzen. Die Hilfe der Geistlichen war besonders günstig, da sie auf das Volk einen hohen Einfluß besaßen und selbst straff organisiert waren, auch in dem Erzbischofe ein Oberhaupt hatten, an das man sich mit Vorteil wenden konnte. Das Wirken der deutschen Kreisärzte, ihre Umsicht, Pünktlichkeit, Energie und Opferwilligkeit fand schließlich öffentliche Anerkennung. In den Kreistagen stellten polnische Mitglieder mehrfach den Antrag, den von Kreisärzten vertretenen, nicht selten hohen Gesundheitsetat durch Akklamation anzunehmen, und bewillligten auch sonst bereitwillig Mittel für sanitäre Zwecke. Die Gesundheitsausschüsse der größeren Städte entfalteten unter der Leitung der Kreisärzte eine im ganzen zweckmäßige Tätigkeit und waren dabei von der Überzeugung geleitet, daß noch viele Mißstände zu beseitigen wären und jahrelange Arbeit nötig sei. Die Hochschätzung deutschen ärztlichen Wissens und Könnens bewies ferner der Andrang von Kranken, dem die Kreisärzte zu unterliegen drohten. In der polnischen und jüdischen Ärzteschaft vollends fand die Einführung des deutschen Gesundheitswesens rückhaltlose Zustimmung. Es galt als Beispiel, dem man zum Vorteile des Landes folgen müsse, wenn man auch hier und da in der später etwa nachzuahmenden Organisation größere Freiheit wünschte. Die Mehrzahl der Ärzte, von denen viele in Deutschland oder zu deutscher Zeit in Dorpat studiert hatten, arbeitete willig und überzeugt von Anfang an mit, so daß ihnen die Nutzanwendung hygienischer Anschauungen in Fleisch und Blut übergegangen ist. Andere, die zunächst widerstrebten, schlossen sich an, als die negative Hygiene des Landes allmählich einer positiveren wich. So wurde auch die Grundlage für ein einträchtiges Zusammenarbeiten der deut-

[1]) Es ist hier am Platze, hervorzuheben, wie manche der beobachteten unerfreulichen Charakterzüge der jüdischen Bevölkerung auf die althergebrachten, besonders aber auf die seit Beginn der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts durch die russischen Behörden ausgeübten Unterdrückungen zurückzuführen sind. Die barbarische Einpferchung der Juden in einen Ansiedlungsrayon von etwa ein Viertel des gesamten Russischen Reiches, die immer zunehmende Einschränkung der Berechtigung für die anfangs privilegierten Stände, außerhalb dieses Niederlassungsgebietes wohnen zu dürfen, das Hineinpressen armer Bevölkerungskreise in das ohnehin zahlreiche Proletariat der Städte durch Verbot des Wohnens in den Dörfern, die Unterbindung einer ausgedehnteren Volksbildung durch Fernhalten von den staatlichen Hoch- und Mittelschulen, die im Ansiedlungsgebiet nur 10% jüdische Schüler aufnehmen durften, und ähnliche, im Zeitalter der Menschenrechte unerhörte Quälereien ließen die große Masse der Juden immer mehr verelenden. In Nahrungsangst um die vielköpfige Familie, abgehetzt vom entnervenden Erwerbe unter schwerer Konkurrenz, fanden sich die vor den russischen Polizeibehörden vogelfreien armseligen Leute, die das von der Drangsal lösende Bestechungsgeld nicht besaßen, mit der Hölle auf Erden ab, so übel es auch gehen mochte. Die Neigung zum Übervorteilen und zur Unwahrhaftigkeit, zu Kniffen und Schlichen wurde hierdurch genährt; in dem unablässigen Kampf um des Lebens Notdurft blieb wenig Zeit, sich um die äußere Lebenshaltung zu kümmern. Man schlang halbverdorbene Nahrungsmittel hinab, sparte an der Kleidung, bis die Fetzen herabfielen, wohnte in Verließen und verschmutzte immer mehr.



schen Kreisärzte mit den polnischen Stellvertretern gelegt, das bis zum Ende der Verwaltung in keiner Weise getrübt wurde, ja sogar den Anstoß dazu gab, den Stellvertretern nach einer Reihe von Monaten des Versuchs die selbständige Bearbeitung gewisser Zweige der kreisärztlichen Tätigkeit anzuvertrauen. Öfters gingen die neuentstandenen polnischen Behörden die deutsche Medizinalverwaltung an, noch während der Kriegszeit Einrichtungen zu schaffen, die nach Beendigung der Okkupation leichter übernommen als begonnen werden könnten. Ratschläge über die Gestaltung der polnischen Medizinalorganisation in allgemeinen und in besonderen Fragen wurden den polnischen Behörden stets zuteil und fanden ein offenes Ohr. Vertrauensvoll ist insbesondere immer der ständige dienstliche Verkehr zwischen den Leitern der Medizinalverwaltung beider Regierungen gewesen, wohl weil beiderseits die Überzeugung herrschte, daß jeder von ihnen für das verwaltete Land das Beste wollte.

Wesentlich geringer war dem Bildungsgrade und den Lebensgewohnheiten entsprechend die Aufnahmefähigkeit der einfachen polnischen Landbevölkerung.

Bevor im einzelnen hierauf eingegangen wird, seien einige charakteristische Züge im Geistesleben des polnischen Bauern hervorgehoben. Lesen und Schreiben können die meisten nicht. Selbst die Mehrzahl der Wojts (Amtsvorsteher) hatte diese Kunst nicht erlernt. Der besonders ausgesuchte Gemeindeschreiber aber beherrschte sie und war dadurch der eigentliche Leiter des Gemeinwesens. Der Wojt trug den Amtsstempel (oft im Stiefelschaft) und gab damit den Verlautbarungen den amtlichen Charakter. So war die Aufklärung, die man durch Merkblätter und schriftliche Verordnungen bringen konnte, mangelhaft; sie konnte meist nur von Mund zu Mund vor sich gehen. Die Mitteilung der behördlichen Maßnahmen erfolgte durch die Wojt-Versammlungen, in denen der Kreischef, in gesundheitlichen Dingen der Kreisarzt den Willen der Behörde kund gab. Diese persönliche Einwirkung war zwar dadurch erschwert, daß man durch Dolmetscher verkehrte, aber doch eindrucksvoll. Die Aufklärung des Volkes wurde durch die Geistlichkeit, die Gutsbesitzer und Lehrer versucht; aber nicht alle von diesen bekundeten dabei genügenden Eifer.

Die einfache polnische Bevölkerung, der eine sympathische natürliche Munterkeit und Anstelligkeit nicht abzusprechen ist, die im allgemeinen aber einen starken Hang zum Nichtstun besitzt, lebt geistig dumpf dahin. Über Krankheit und Seuchen herrschen die primitivsten Anschauungen. Die Hauptentstehungsursachen sind „Verkühlung“ und „Verderbung“. Die Krankheit gilt als eine von Gott gesandte Strafe für ein begangenes Unrecht. Daher versucht man die Heilung erst durch religiöse Betätigung, indem man den Priester holt, dann fragt man den Feldscher, auf dessen Anraten den Arzt. So kommt es, daß bei vielen Kranken die beste Zeit für das Eingreifen des Arztes verstreicht und Kranke oft in trostlosestem Zustande in die Krankenhäuser kommen. Seuche oder Krankheit entstehen aber auch durch Verhexung, z. B. durch bösen Blick. Zur Abwehr feindlicher Mächte werden da knallrote Halstücher getragen und rote Bänder auch dem Vieh umgehängt. Selbst Vogelbauer sah man, die mit einer vorbeugenden roten Schleife geschmückt waren. Die „Seuchenkreuze“ am Eingange vieler Ortschaften galten nicht nur als Erinnerungszeichen für eine abgelaufene

Epidemie, sondern auch als Schutzmittel gegen neue[1]). Die Volksmittel sind eine Unzahl von Tees, Rizinusöl, Schröpfköpfe, Aderlaß und Einreibungen. Gegen Muskelzerrungen hilft das Einnehmen von gepulvertem Donnerkeil (Belemnites). „Wer einen Weichselzopf abschneidet, stirbt“, so sagt der Aberglaube. Daß manche, auch außerhalb Polens übliche, religiösen Gebräuche Gesundheitsgefahren in sich bargen, soll nur nebenbei erwähnt werden. Zum Beispiel küßt die sehr gläubige Bevölkerung, die in Scharen die Gotteshäuser besucht, die Füße der Heilandsfigur am Kreuz, die hinter der Eingangspforte der Kirchen angebracht ist. In einem Lande, das von der Tuberkulose so heimgesucht wird wie Polen, trägt dieser Kultus zur Weiterverbreitung dieser und anderer Krankheiten zweifellos bei.

Der Begriff der Seuchenübertragung war somit der großen Masse fremd. Belehrungen wurden zweifelnd aufgenommen. Man besuchte Infektionskranke der Nachbarschaft regelmäßig, aß und trank im Krankenzimmer und hantierte mit dem Kranken. Bei Pockenkranken fanden sich die Verwandtschaft und die Nachbarfamilien mit ihren Kindern ein. Die ungeimpften Erwachsenen sagten wohl: „Ich werde doch nicht mehr die Pocken bekommen“; an die Kinder, die damals zumeist auch nicht geimpft waren, dachten sie nicht. Daß verseuchtes Trinkwasser und verschmutzte Nahrungsmittel Krankheiten hervorrufen, wußten die Leute nicht. Wenn wir darauf aufmerksam machten, sagte man: „Es ist soviele Jahre nichts passiert, es wird auch weiter nichts passieren“. Daß Leichen anstecken könnten, begegnete völligem Unglauben, so daß in solchen Fällen keinerlei Vorsicht geübt wurde. Daß Läuse das Fleckfieber verbreiten sollten, reizte zum Lachen. Selbst von den zehn Wojts eines Kreises hatten nur zwei von dieser „Legende“ gehört. Kopfläuse und Filzläuse waren häufig. Wenn man Sonn- oder Feiertags durch die Dörfer kam, sah man häufig vor den Bauernhäusern die Mütter ihre Kleinen lausen. Kleiderläuse traf man seltener an; nur in den kulturell zurückgebliebenen Gegenden rechts der Weichsel war in dieser Beziehung kaum ein Unterschied zwischen der polnischen und jüdischen Bevölkerung zu merken.

Für unheilbare Kranke der eigenen Familie hat der polnische Bauer wenig übrig. Selbst bei schweren und den Kranken quälenden Leiden scheut er die Ausgabe für ein erleichterndes Medikament. Er ruft den Arzt meist nur zu Kranken in arbeitsfähigem Alter. Um die Kosten zu sparen, wünscht er, Schwerkranke und Schwerverletzte schon nach ein- bis zweitägigem Aufenthalt im Krankenhause wieder abzuholen. Der Fatalismus ist dem Bauern angeboren. Oft hörte man die Redensart: „Wer sterben soll, der stirbt. Wozu da Ärzte?“.

Daß bei einer solchen Fülle von Unwissen, Aberglauben und fast orientalischer Resignation anfangs die gesundheitlichen Bestrebungen keinen Boden fanden, kann man sich denken. Es fehlte jedes Bindeglied zwischen dem, der die Lehre der Hygiene in die Tat umsetzen mußte, und demjenigen, auf den sie Anwendung fanden. Die gesundheitlichen Maßnahmen wurden somit als etwas Fremdes empfunden, und die Arbeit der Kreisärzte ging gegen den Willen des Volkes vor sich. Statt des früheren

[1]) Die „Seuchenkreuze“ tragen zwei wagerechte, das russische kirchliche Kreuz bekanntlich einen horizontalen und einen schrägen Querbalken.

Geschehenlassens sahen nun die Leute eine geschäftige und energische Tätigkeit, die sie nicht fassen konnten, die sie verwirrte und ihnen lästig ward, da sie unbequem aus den alten Gewohnheiten aufrüttelte. Manche der Maßnahmen wurden als ganz unnötig und nur als preußische Ordnungsspielerei bezeichnet, andere sah man mit erstaunten Augen an und fand sie drollig. Als eine Verordnung über die Aborte erlassen wurde, sagte ein Wojt: „Die Preußen sind ulkige Leute! Jetzt lassen sie uns nicht mehr in Ruhe unsere Notdurft verrichten." Man konnte nicht verstehen, warum plötzlich ein Aufwand von Kraft entfaltet wurde, ohne den es früher vermeintlich doch auch gegangen sei, um so weniger als jetzt auch noch Kosten zu tragen waren und Eingriffe in die persönliche Freiheit stattfanden, die der Pole für die eigene Person bekanntlich sehr hoch einschätzt. Die Zwangsüberführungen der Seuchenkranken und gar erst der Ansteckungsverdächtigen in die Spitäler und Quarantänehäuser waren den Leuten ein Greuel, zumal in manchen Gegenden auch die Lüge der Ententepresse Eingang gefunden hatte, daß die Deutschen die Kranken erschössen und die Leichen zur Fettgewinnung nach Deutschland brächten. Die Zwangsentlausungen betrachtete man allgemein als Strafe, zu der wohl unbeliebte Petitionen der Gemeinden an den Kreischef den Anlaß gegeben hätten. Man suchte sich also, wo man konnte, den Maßnahmen zu entziehen mit Einwänden und Ausflüchten, mit Gewalt und List. Offener Widerstand ereignete sich zwar selten, da man die Folgen fürchtete; geheimer Widersetzlichkeit aber begegnete man zunächst auf Schritt und Tritt. Wenn bei den Anordnungen des Kreisarztes an Ort und Stelle auch die Wojts und Schulzen einen scheinbaren Eifer zeigten und alles zu tun versprachen, was gefordert wurde, so konnte man sich auf die Ausführung darum noch keineswegs verlassen. Die Kontrolle ergab, daß entweder nichts oder nur wenig veranlaßt war. Man mußte daher einen dauernden Druck ausüben und oftmals mit strenger Hand strafen, um die Maßregeln durchzusetzen. Die Leute, gegen die sich die Maßnahmen richteten, mußten womöglich noch schärfer angefaßt werden, da sie sich noch weniger vertrauenswürdig erwiesen. Den Befehlen wurde schließlich nur Folge geleistet, weil sie der Autorität der Waffengewalt entflossen. Der Widerstand war wohl auch zum Teil in dem schrankenlosen Individualismus der Polen begründet, eine Eigenschaft, die verhängnisvoll so oft schon in ihrer früheren Geschichte in Erscheinung trat. Daß die höchste Freiheit auf der überzeugten freiwilligen Unterordnung unter die zum Wohle des Ganzen erlassenen Gesetze beruht, diese Auffassung ist dem polnischen Volke noch wenig aufgegangen.

Die geringe Entwicklung des Gemeinsinns, der bekanntlich durch die russische Regierung mit allen Mitteln unterdrückt wurde, war erstaunlich. Soziale Rücksichten waren der einfachen Bevölkerung fremd. Die Gemeindemitglieder konnten nur schwer zur Fürsorge für arme Kranke gewonnen werden. Man sah nicht ein, daß das Fortschreiten von Seuchen eine allgemeine Gefahr bilde, die man abwenden müßte, machte sich keine Gedanken darüber, daß die Volksgenossenschaft durch die Opfer, die die übertragbaren Krankheiten forderten, an wertvollen Kräften und so an dem Gemeingut Einbuße erlitt, war schließlich damit zufrieden, daß die sanitätspolizeilichen Maßnahmen bei dem Nachbar Anwendung fanden, aber wenig erbaut davon, daß sie auch vor der eignen Person nicht Halt machten. Das Wort „Gleiches Recht

für alle“ gehörte nicht zu den Lebenserfahrungen. Hier setzten dann Versuche ein, mit unehrlichen Mitteln, namentlich mit der in russischer Zeit alle Tore öffnenden Lapówka (Trinkgeld), sich Vorteile vor den anderen zu verschaffen. Wo nicht mit Geld Bestechungsversuche gewagt wurden, begann man durch besondere Devotion und liebenswürdiges Wesen zu wirken, um für sich die „Ausnahme“ zu erreichen. Das ungemein höfliche und zuvorkommende Wesen des Polen war auch wirklich dazu angetan, was man konnte, ihm zu gewähren. Er war aber nur schwer davon zu überzeugen, daß öffentliche Ordnung, daß Gesetze nicht durch ungleiches Maß und Weichherzigkeit durchbrochen werden dürfen, und hat wohl manchmal den in seinen Augen herben Vorwurf der „Ungefälligkeit“ gegen die Stellen erhoben, die ihn aus solchen Erwägungen abweisen mußten. Besonders trat dies bei amtsärztlichen Attesten in Erscheinung, von denen man zunächst annahm, daß sie, wie zur Zeit der russischen Regierung, nach jedem Wunsch des Antragstellers für eine genügend hohe Summe zu haben seien. Die Empfindlichkeit war besonders groß, wenn die Atteste sich auf die Zuteilung weiterer Mehl- und Zuckerrationen erstrecken sollten, die bei der Knappheit der Vorräte nur Kranken und Siechen gegeben werden konnten.

Im Verhalten der Volksgenossen zueinander war die ängstliche Scheu zu bemerken, bekanntgewordene Vergehen oder Unterlassungen auf sanitätspolzeilichem Gebiet der Behörde zu melden. Zum Teil mag dies darin liegen, daß man nicht als Denunziant erscheinen wollte, andererseits aber fürchtete man, der Rache der Schuldigen oder gar der Schande anheimzufallen, daß man den Deutschen geholfen hätte, während es auf der Hand lag, daß solche Anzeigen nur das allgemeine Wohl gefördert haben würden.

Lebhaft zutage trat häufig auch die Abneigung gegen die Juden. Diese ist weitverbreitet, ohne daß es doch den Anschein hat, man könne ohne den Betriebssinn dieser Bevölkerungschicht auskommen. Man begegnete oft der Ansicht, daß alle Auflagen für die Bekämpfung der Infektionskrankheiten, die Kosten für Seuchenkrankenhäuser, für die gesundheitliche Kontrolle der Wanderbettelei usw. die Juden allein treffen müßten, da nur diese die Träger der Seuchen wären. Das polnische Volk brauche sich hierum nicht zu kümmern, zumal es gleichgültig sei, ob ein paar Juden mehr stürben. Man vergaß hierbei nur, daß zahlreiche Infektionskrankheiten wie Typhus, Ruhr, früher die Pocken u. a. auch die polnische Bevölkerung stark in Mitleidenschaft zogen, daß die geschaffenen Einrichtungen allen Bewohnern des Landes gleichmäßig zugute kamen und daß eine gerecht denkende Behörde die einseitige Heranziehung nur eines Teiles der Bewohnerschaft weder billigen noch veranlassen könne.

So schienen zunächst ungeahnte Schwierigkeiten unser Vorgehen zu vereiteln, indessen gingen wir ruhig unseren Weg weiter. Selbst, als vereinzelte Bestrebungen uns berichtet wurden, durch eine törichte, mehr politisch inspirierte Kritik unsere mit Mühe geschaffenen Werke in den Augen der Bevölkerung herabzusetzen und sich selbst mit deutlicher Überheblichkeit als die Besserwissenden hinzustellen, deren Bemühungen es zu verdanken sei, daß die Maßnahmen der deutschen Behörden nicht noch schlechter und härter ausfielen, konnte uns dies zwar zu einer nochmaligen Prüfung, nicht aber zu einer Änderung des Vorgehens veranlassen.

Ausdrücklich soll hier aber betont werden, daß der bisweilen gegen einheimische Ärzte erhobene Vorwurf, sie brächten der deutschen Verwaltung nur Liebedienerei entgegen, wirkungslos von dem Pflichtgefühl der Wackeren abprallte.

Dieser um Äußerlichkeiten und Kleinigkeiten sich wenig sorgenden, jahrelang mit gutem Gewissen fortgesetzten und einige handgreifliche Erfolge zeitigenden Arbeit war es denn wohl zuzuschreiben, daß auch der dumpfen Masse der einfachen polnischen Landbevölkerung ein gewisses Verständnis für das Gesundheitswesen allmählich aufging. Wenigstens berichtete die weitaus größte Zahl der deutschen Kreisärzte gegen Ende des Jahres 1917 über derartige Erfahrungen. Vielfach hatte das Volk selbst beobachten können, daß die Absonderung Seuchenkranker in den Krankenhäusern und die Desinfektion Nutzen trug und Epidemien vorbeugte oder sie einschränkte. Die Leute wurden nun mit der Überführung Seuchenkranker einverstanden, brachten von selbst krankheitsverdächtige Angehörige in die Spitäler, ja sie baten sogar um Schutzimpfungen gegen Typhus, da sie gehört hätten, daß diese bei den Deutschen allgemein eingeführt seien. Die Pockenimpfung wurde, besonders da man sah, daß die Pocken danach aufhörten, für segensreich erachtet. Die Ermittelungen der Kreisärzte bei Infektionskrankheiten wurden mit Befriedigung wahrgenommen. Ein Pockenverdachtsfall, zu dem zunächst ein Militärarzt, dann der Kreisarzt und, als diesem Zweifel kamen, auch der Verfasser pflichtgemäß fuhr, veranlaßte den Vater zu kniefälligem Dank und zu dem Ausrufe: „Drei deutsche Herren bemühen sich um ein armes Polenkind“. Die Bauern waren dankbar für die gesundheitliche Kontrolle und die Einschränkung der Wanderbettelei. Selbst die Entlausungen verabscheuten sie schließlich nicht mehr. Manche erklärten, daß sie sich nicht gesträubt haben würden, wenn sie gewußt hätten, daß das Baden so wohl täte, und wünschten sich Gelegenheit zu einem allwöchentlichen Bade. Die Leute trafen nun auch selbst Maßnahmen, sich von den Läusen zu befreien. Das Gefühl der Reinlichkeit paarte sich dabei mit der Scham, für schmutzig angesehen zu werden. Auch die Einrichtung allgemeiner Krankenhäuser wurde schließlich sehr anerkannt und die Aufsicht über Apotheken, Drogenhandlungen, Hebammen und das niedere Heilpersonal in der von uns geübten Weise auch weiter für erforderlich erachtet.

Es kann somit nicht verkannt werden, daß unsere gesundheitlichen Grundsätze in den Anschauungen des polnischen Volkes bereits Wurzel geschlagen hatten und unsere Bestrebungen, in dem hygienisch so vernachlässigten Lande Wandel zu schaffen, im allgemeinen gewürdigt wurden, als die Verwaltung ihr Ende fand.

Weit weniger lenksam erwies sich die jüdische Bevölkerung. Abgesehen von den wenigen Tausend, die auf der Kulturstufe des West- und Mitteleuropäers stehen, lebt eine breite Masse von Menschen in einer Rückständigkeit, von der der Fernstehende sich keinen Begriff macht. Diese Masse ist in religiöse Sekten geteilt, von denen die Chassiden die fanatischsten Orthodoxen sind. In ihrer Gemeinschaft herrscht geistig noch finsteres Mittelalter. Der Lebensunterhalt wird in körperlich nicht anstrengendem Erwerbe, zumeist im Handeltreiben und leichter Handwerkerei gewonnen. Kulturansprüche sind fast unbekannt. So war es erklärlich, daß unsere Belehrungen, obwohl sie in der jiddischen Sprache verfaßt und inhaltlich aus den mosaischen

Gesetzen und dem Talmud geschöpft waren, kaum einen Eindruck machten. Die Versuche der Behörden, durch die Rabbiner auf das Volk einzuwirken, waren oft fruchtlos. Einmal fehlte bekanntlich den Juden eine einheitliche kirchliche Organisation, dann aber lebten viele Geistliche in derselben hygienischen Verkommenheit wie ihre Gemeinden. Wie hätten sie da erziehen und bessern können!

Daß die Unbildung bei den einfachen jüdischen Leuten so groß ist, liegt an dem rein religiösen, in diesem Gewande aber auf viele rechtlichen Fragen des Lebens in spitzfindigen Deutungen eingehenden Unterricht in den jüdischen Schulen (Cheder- und Talmud-Thoraschulen), der das Gemüt des Kindes nicht bildet, und Kenntnisse der Naturgeschichte, der Hygiene oder auch nur der Reinlichkeit nicht vermittelt. Soweit von gesundheitlichen Anschauungen gesprochen werden kann, beruhen diese zumeist noch auf den rituellen Vorschriften, die einst Moses gab und die durch die späteren großen jüdischen Gelehrten und Ärzte (wie Maimonides) weiter ausgebaut wurden. Viele dieser Lehren sind aber in Polen im Laufe der Zeit so verkümmert und rätselhaft geworden, daß man ihren ursprünglichen Sinn kaum noch zu erkennen vermag, andere sind völlig veraltet, keine entspricht in ihrer Handhabung den Grundsätzen der heutigen Gesundheitswissenschaft. So war denn die Ausübung der rituellen Gebräuche und Bestimmungen, soweit sie mit Hygiene zu tun hatten, gerade das, was von einer modernen Medizinalverwaltung bekämpft werden mußte.

Einige, früher noch nicht erwähnte Gebräuche mögen hier folgen: Die Cirkumcision wird vielfach noch häufig mit schmutzigen Messern von dem Beschneider ausgeführt und danach das Frenulum zwischen ungewaschenen Fingern zerrissen. Die Blutung stillt einer der mit schmierigen Gebetmänteln bekleideten verheirateten Männer durch Aussaugen der Wunde. Daß so Syphilis und eitrige Entzündungen übertragen werden können, kümmert die Eltern nicht.

Das abgelöste Präputium, das eigentlich auf dem Friedhof zu beerdigen ist, wird vielfach in der Synagoge (vielleicht nur vorläufig) „beerdigt“. Als „Begräbnisplatz“ hierfür steht dort links und rechts von dem Thorapult je ein hölzerner, hochbeiniger Tisch, dessen Platte durch ein Sandbassin ersetzt ist.

Die hohen Feiertage soll der gläubige Jude in seiner Familie zubringen. Daher stellt man auch an den Arzt das Ansinnen, z. B. schwer typhuskranke Leute oder die abgesonderten Ansteckungsverdächtigen wenigstens über die Feiertage nach Hause zu beurlauben.

Wenn ein reicher Jude im Sterben liegt, umlagern Arme das Haus, da es als letzte Rettung für den Sterbenden angesehen wird, wenn die Angehörigen dessen Kleider und Wäschestücke verteilen, damit durch die Gebete des Beschenkten der Tod abgewendet werde.

Den Toten fährt man in einem, mit schwarzem Tuch zugedeckten, offenen Holzschrein, der in den schwarzverkleideten Leichenwagen geschoben wird, zum Friedhof. In dem am Eingang des Kirchhofs gelegenen Leichenhause wird die Leiche entkleidet, gewaschen, in weiße Tücher gehüllt und auf einer offenen Bahre von einem Kirchhofsangestellten und einem Angehörigen oder Freunde zu Grabe getragen. Der Tote wird ohne Sarg in eine höchstens 1 m tiefe, ganz schmale Grube gelegt, die,

um das nachdringende Erdreich abzuhalten, mit einem viereckigen Holzrahmen abgesteift ist. Ein loses Brett bildet die Unterlage des Toten, ein Säckchen mit Erde das Kopfkissen. Ein Kirchhofsdiener steigt selbst in die Grube, um die Leiche zu betten, wobei ihr das Gesicht entblößt und unter die Zunge und auf die Augenlider kleine Steinchen gelegt werden. Hiernach wird der Holzrahmen der Grube in der Längsrichtung mit zwei losen Brettern überdeckt, die die Leiche gegen das hinaufgeworfene Erdreich nur notdürftig schützen. Särge wurden angeblich stets bei ansteckenden Krankheiten benutzt. Die hygienische Vorschrift aber, den Sarg geschlossen zu halten, umging man oft, indem man den Deckel nur aus lockeren Brettern bestehen ließ oder die Fugen fingerbreit machte, so daß den religiösen Vorschriften wenigstens etwas Rechnung getragen wurde.

Wer an einer Beerdigung teilgenommen hat, soll sich die Hände waschen. Die Teilnehmer tauchen nun ihre Hände in die schmutzigen Rinnsteinwässer und wischen sie dann an der Kleidung ab.

Am Sabbath darf man nicht töten. Eine Frau, die der Kreisarzt darauf aufmerksam machte, daß auf dem Kleidchen ihres kranken Kindes eine Wanze saß, nahm diese und steckte sie in die Tasche. Anderswo erfuhr man, daß man einen Floh am Sabbath fangen dürfe, weil er davonspringe. Eine Laus aber dürfe man nicht entfernen, weil sie auch nach dem Sabbath noch an der Stelle zu finden sei. In einer Gemeinde waren Pockenimpfungen am Sabbath rituell zulässig, in einer anderen nicht.

In einigen Gegenden nahmen die strenggläubigen Juden die Trauung auf einem Düngerhaufen vor, als dem Symbol der Fruchtbarkeit. Gewisse Kreise der chassidischen Juden zwingen die Frauen, bei den regelmäßigen Bädern in dem meist stinkenden, braunroten Wasser der Mikwa unterzutauchen und dabei Augen und Mund offen zu halten. Der Rabbiner gibt den Ausschlag, ob sich eine Frau der ärztlich vorgeschlagenen Operation unterziehen soll. Laparatomien läßt er im allgemeinen nicht zu, da es nicht ohne weiteres angängig ist, der geheiligten Zahl der Öffnungen des Leibes noch eine neue hinzuzufügen. Operationen von den bestehenden Körperöffnungen aus, z. B. per vaginam, gestattet er. Bei Gebärenden mit engen Becken legt er zunächst seinen seidenen Kaftan auf den Leib der Frau. Wenn dies nicht hilft, wird die Hand der Frau durch eine Schnur mit dem Allerheiligsten im Tempel verbunden. Erst wenn auch so ein Erfolg ausbleibt, erlaubt er dem Arzte, die Zange anzulegen. Als eine Frau am Wochenbettfieber schwer darniederlag, ließ der Rabbiner eine Wachskerze mit einem weißen Leinentuch (Sterbetuch) bedecken und beides auf dem Friedhof begraben; der kranken Frau gab er einen anderen Namen. Es wurde so ein Scheinbegräbnis und eine Neuschöpfung durch die Namensgebung vollzogen. Als die Patientin gesund wurde, hatte der Rabbiner in den Augen der Leute den glücklichen Ausgang herbeigeführt. Bei Kinderlosigkeit kann nach zehnjähriger Ehe der Mann der Gattin einen Scheidebrief geben. Sind 6—7 Jahre der Ehe in Kinderlosigkeit verstrichen, so wendet sich die Frau zunächst an den Rabbiner, dessen Rat manchmal helfen soll. Im anderen Falle konsultiert sie dann Arzt um Arzt und wünscht, daß alle nur möglichen Operationen vorgenommen werden möchten. Sterilität des Mannes wird in der rituellen Theorie nicht angenommen.

Die Verordnung der Arzneimittel, die der Arzt verschrieben hat, muß erst vom Rabbiner gebilligt werden, ehe der Kranke sie einnimmt.

Den starren Aberglauben beleuchten auch die Hochzeiten auf dem Kirchhofe, denen die Kraft innewohnen soll, Seuchen und sonstige Plagen abzuwenden. Es wird aus der Gemeinde ein armer Mann und ein armes Mädchen gesucht, die gegen eine von der Gemeinde aufgebrachte Mitgift auf dem Friedhof zwischen den Gräbern von Personen, die an der betreffenden Krankheit verstorben sind, getraut werden. Das glückliche Paar wird dann im Zuge durch den Ort geleitet. Bisweilen kopulierte man Idioten, wenn andere Personen nicht vorhanden waren oder sich nicht bereit finden ließen. Nicht selten entstand dabei zunächst ein großer Spektakel auf dem Kirchhofe, wenn die Gemeinde statt der versprochenen 50 Rubel Aussteuer plötzlich nur 45 zahlen wollte. Solche Hochzeiten sind — verbürgt — im Jahre 1894 im Kreise Pultusk und im Jahre 1915 im Kreise Przasznysz, um die Cholera zu beschwören, vorgekommen. Im Jahre 1915 ereignete sich eine solche Zeremonie auch in Wyszkow, als Cholera und Typhus dort herrschten. Man nannte nachher allgemein den neuen Ehemann „Typhus und seine Frau „Cholera". Im Jahre 1916 wurde, um eine Fleckfieberepidemie aus Lublin zu verbannen, ein Paar, das sich vorher nicht gekannt hatte, auf dem jüdischen Friedhofe unter dem Baldachin getraut. Ein Teil des Friedhofs wurde mit weißer Leinewand belegt. Diese erhielt nach der Hochzeit die junge Frau, um daraus Wäsche und Bettüberzüge für sich zu fertigen. Im Jahre 1917 wurde dieses Mittel in Grojec und 1918 sogar in Warschau angewandt, um hier die Fleckfieberepidemie zu beschwören. An letzterer Feierlichkeit nahmen über 10000 Juden teil.

Wenn nun unsere gesundheitlichen Verordnungen irgendwie rituelle Gebräuche streiften, gab es anfänglich stets einen hartnäckigen Widerstand, obwohl die Juden es sonst recht gut verstehen, rituelle Vorschriften zu ihrem persönlichen Vorteil auszulegen[1]). Bittschriften mit verdächtig vielen Namensunterschriften ergossen sich, und die jüdische Presse erhob großen Lärm und reizte auf. Es kam hinzu, daß viele der rituellen Gebräuche uns nicht bekannt wurden, da man sie mit Geheimnissen umwob und restlos nicht offenbarte. Dabei lag es auf der Hand, daß schon im Interesse des jüdischen Volkes selbst der widrige Schmutz und das krankheitsverbreitende Ungeziefer mit Energie bekämpft werden mußte.

Besonders schwierig war der Kampf gegen die Kopf- und Kleiderläuse, die von dem Kind an der Mutterbrust bis zum Greisenalter die armselige jüdische Bevölkerung behafteten. Oft genug waren sogar reiche Männer in moderner Kleidung und das schöne Geschlecht, das an den Festtagen in rauschender Seide und elegantestem Schuhwerk sich sehen ließ, von dem ekelhaften Getier befallen. Selbst in höheren Mädchenschulen fand man die jungen Damen bis zu 90% verlaust. Die armen Volksschichten, besonders

---

[1]) Bekanntlich ist es dem rechtgläubigen Juden verboten, am Sabbath zu reisen. Ist er indessen zu einer Reise genötigt, so schüttet er sich Erde in die Stiefel und legt stehend die Fahrt zurück. So „fährt" er nicht, sondern „steht er" auf der Erde. Oder er füllt einen Behälter mit Wasser und setzt sich darauf. So macht er die Reise „schwimmend". Das Schwimmen ist ihm am Sabbath gestattet. Auch die Einrichtung des Eiruw, eines Sperrdrahts um den Wohnort, gehört hierher.

die Wanderbettler waren mit Läusen besät. Alle beteuerten zwar ihre Sauberkeit, beriefen sich bisweilen auf ihre soziale Stellung und ihr Vermögen, und doch wurde der Nachweis der Verlausung fast ständig erbracht. Die Personen, in deren Kleidern das Ungeziefer oft in dicken Klumpen saß, an denen oft tausende von Läusen sogen, befanden sich gleichwohl in einem guten Ernährungszustand. Daher mag die Redensart der Juden stammen: „Wer viel Läuse hat, ist sehr gesund und hat viel Geld". Man beherbergte sie wie liebenswürdige Haustiere. Ja, man schrieb ihnen sogar den Nutzen zu, das Fieber zu beseitigen. Man setzte daher Fiebernden Läuse an, um das schlechte Blut, das das Fieber hervorrief, abzusaugen. Daß durch die Laus das Fleckfieber, das offenkundig gerade die Juden am meisten befiel, übertragen wurde, glaubte kein Mensch. Vielmehr gab man dem Hunger und der schlechten Ernährung die Schuld an der Seuche. Infolgedessen tat niemand etwas, um die Schädlinge zu beseitigen. Wurde die Zahl des Ungeziefers übergroß, so entledigte man sich wohl eines Teils, faßte aber nicht den Entschluß, sich völlig zu säubern. Man beobachtete nicht selten Bettler, die die Nacht an einer Straßenecke auf dem Trottoir zugebracht hatten, wie sie am Morgen „Toilette" machten, indem sie Läuse von der Brust sammelten und auf die Straße warfen. Die nun einsetzenden strengen Maßnahmen aber riefen offenes Widerstreben und alle Verschlagenheit auf den Plan. Schon den Zwangsbädern in den Entlausungsanstalten suchte man sich zu entziehen. Eine Mutter, die ein entsetzlich schmieriges kleines Kind mit grindigen Borken auf dem Kopfe bei sich trug, entgegnete dem Kreisarzte, der ihr anriet, das Kind öfters zu baden: „Hat man so etwas gehört, ein einjähriges Kind soll man baden!" Wurde der Termin für die Bäder der Schulkinder nicht erst im letzten Augenblick bestimmt, so kam an dem Badetage niemand zur Schule. Als ein Kreisarzt in einer Schulstunde ansagte, daß nach Beendigung der Stunde gebadet würde, sprangen die Kinder schreiend und heulend zur Tür hinaus oder verkrochen sich unter den Bänken. Listig ließen sich da auch geschäftsgewandte Judenknaben, die bereits zwangsweise gereinigt waren und eingesehen hatten, daß Lebensgefahr damit nicht verknüpft sei, als Stellvertreter ängstlicher Kinder unter beliebigem Namen für 2 Mark des öfteren am Tage entlausen. Besorgten Eltern liehen weniger furchtsame zu dieser Prozedur ihre eigenen Kinder her. Manche Leute wollten sogar die Badekosten bezahlen, dabei aber gern auf das Bad verzichten. Als die systematischen Entlausungen der Judenviertel begannen, verreisten viele Juden zu Bekannten oder flüchteten in die Wälder. Frauen legten sich zu Bett und gaben sich als Wöchnerinnen aus; die jungen Mädchen, die sonst die Straßen bevölkerten, waren verschwunden. Obwohl nur verlauste Bärte und verlaustes Kopfhaar abgeschoren wurden, die Leute es also in der Hand hatten, durch eigene Reinigung dem zu entgehen, geschah nichts dergleichen. Die Juden witterten in unserem Vorgehen fluchwürdigen Antisemitismus, der uns natürlich ganz fern lag, während ihnen doch der wirkliche Anlaß aus dem Fortschreiten der Fleckfieberseuche in ihren Kreisen, den vielen Todesfällen unter den Nichtjuden und aus den massenhaft im Lande verteilten Aufklärungsschriften bekannt sein mußte. Es braucht wohl nicht besonders erwähnt zu werden, daß Übergriffe verletzender Art, wie sie anfangs seitens des Medizinalunterpersonals in einigen Orten vorkamen, von uns scharf geahndet wurden.

Die Entlausungsanstalten waren ein Gegenstand des Hasses. Einige brannten ab, die Täter waren nicht zu erwischen. Als einmal in einer solchen Anstalt ein Ofen starken Rauch verbreitete, so daß man einen Feuerausbruch annahm, sagten die Juden: „Soll se brennen, soll se brennen".

Gegen den Schmutz in den Wohnungen und auf den Höfen mußten strenge Strafen verhängt werden, da trotz vielfältiger Ermahnung nichts dagegen geschah. Gegen die Aufnahme in die Krankenhäuser wurde mit allen Mitteln gekämpft. Schwer fieberkranke Angehörige wurden von einer verwandten Familie zur anderen geschleppt oder angekleidet und auf die Straße geschickt, um bei den Hausdurchsuchungen nicht entdeckt zu werden; oder man fuhr sie in den Wald, holte sie heimlich in der Nacht ab und versteckte sie im Keller, auf dem Dachboden, ja sogar in Kleiderschränken. Kranke Bettler wurden in die Nachbargemeinde heimlich abgeschoben, damit sie dieser zur Last fielen.

Eine kleine jüdische Gemeinde mietete heimlich ein Haus im Walde, bezog einen Arzt aus Warschau und ließ durch ihn die fleckfieberkranken Personen behandeln, bis der Kreisarzt zufällig dahinter kam und das Privatkrankenhaus aufhob. Natürlich war keiner der Krankheitsfälle angezeigt worden. Eine zugewanderte jüdische Familie stiftete einen Feldscher an, Fleckfieber bei einem der Angehörigen anzuzeigen, damit sie nicht zur Arbeit in Deutschland ausgehoben werden könne. Die Absonderung der Ansteckungsverdächtigen erschien als unerhörte Gewalttat. Man mietete sich Stellvertreter dafür, operierte mit falschen Namen; Männer verleugneten ihre Frauen, die Eltern ihre Kinder. Manchmal begab sich die gesamte Familie unter Hinterlassung des Kranken auf die Flucht. Fast regelmäßig geschah dies bei Bettlerfamilien. Waren die Personen nun doch endlich in das Krankenhaus oder Quarantänehaus überführt, so begann mehrmals täglich der Ansturm der Verwandten und Bekannten. Man belagerte das Krankenhaus, suchte durch Bestechung sich Eingang zu verschaffen und allerlei verbotene Nahrungsmittel einzuschmuggeln und belästigte dauernd Ärzte und Krankenpfleger. In einem abgelegenen Quarantänehause, wozu ein alter Theatersaal genommen werden mußte, wurden, als der Kreisarzt wieder abgereist war, ruhig weiter Aufführungen veranstaltet. Da half dann schließlich nur Einfriedigung mit Stacheldrahtzaun und Ausstellen von Wachtposten. Die, wie schon erwähnt, kostenlose Desinfektion wurde höchlichst gefürchtet. Wenn sie herannahte, versteckte man Teile des Hausrats, Kleidung und Wäsche bei noch nicht verseuchten bekannten oder fremden Familien, ohne Verständnis dafür, daß man so Läuse oder Krankheitskeime weitertrug. Die Hausreinigungen empfand man als Schikane.

Die Entlausungsbefreiungsscheine zu Reisezwecken wurden auch von völlig verlausten Personen verlangt, die dann heilig versprachen, sich von den Läusen zu säubern, wenn sie nur erst die Scheine hätten. An der einen amtlichen Stelle, z. B. bei dem Bahnarzte wegen schmutziger Kleidung und Läuseverdachts abgewiesene Juden zogen sich zu Hause den Feiertagskaftan an und versuchten nun bei der kreisärztlichen Kontrolle durchzuschlüpfen.

Über die Gebühr für amtliche Atteste erhob sich häufig ein munteres Feilschen und man bot, gewohnt, alles als Handelsobjekt anzusehen, auch den Kreisärzten in

aufdringlicher Weise erhebliche Summen für „Gefälligkeiten“ an, schickte hübsche Mädchen als Parlamentäre vor oder verlangte, für das „Rote Kreuz“ nennenswerte Stiftungen machen zu dürfen. Zur Zeit der zarischen Regierung war bekanntlich die Institution des „Roten Kreuzes“ diejenige Sammelstelle von Gaben, aus der Großfürsten, Minister, Generäle u. a. sich wohl am meisten bereicherten. Bekanntlich sind z. B. im russisch-japanischen Kriege ganze Sanitätszüge des Roten Kreuzes, die nach dem Kampfgebiet abgelassen wurden, mit Lokomotiven, Wagen und Ausstattung unterwegs gestohlen worden.

In raffinierter Weise wurden bisweilen von der jüdischen Bevölkerung rituelle Einrichtungen benutzt, um unter ihrem Schutze erlassene Gesetze zu übertreten. Als ein Kreisarzt einmal eine jüdische Badeanstalt besichtigte, badeten angeblich zwei Frauen in den Badezellen. Um ihre Schamhaftigkeit nicht zu verletzen, entfernte er sich und kam nach einigen Stunden wieder. Die Baderäume waren leer, die Insassen samt Badewärter fort, und er erfuhr, daß in den Zellen von fremden Juden verbotenerweise Schnaps gebrannt worden wäre.

Die Wanderbettler, die nach der Entlausung oder bei der Entlassung aus dem Krankenhause ein sauberes Gewand erhielten, verkauften es häufig, um sich wieder mitleiderregende Lumpen anzuschaffen. Manche verkauften auch die Kartoffeln, die sie mit Hilfe ihrer Kameraden sich bis zu mehreren Zentnern zusammengebettelt hatten. Die jüdischen Bettler spekulieren bei ihren Streiffahrten auf das religiöse Gefühl der gutmütigen polnischen Bauern und der eigenen Glaubensgenossen, und schmeicheln sich bei ihnen ein, indem sie für die Seelen der Verstorbenen oder für die Genesung kranker Personen zu beten versprechen. Wie bisweilen jüdische Herbergen, bevor sie von uns unter Kontrolle gestellt waren, aussahen, dafür nur ein Beispiel. Man fand in einem solchen Unterkunftsraume auf bloßer Erde eine frisch entbundene Frau mit einem Säugling, daneben zwei Fleckfieberkranke und eine Menge entkräfteter zerlumpter Personen. Um die Hütte lag soviel Menschenkot, daß man kaum hindurchkommen konnte.

Das war, in großen Strichen gezeichnet, das Bild, das sich uns entrollte, als wir unsere Arbeit in der jüdischen Bevölkerung begannen. Nur scharfes Zufassen und auch Geldstrafen konnten, da die Aufklärung fast gänzlich versagte, und guter Wille sich nicht zeigte, einigermaßen erreichen, daß die wohlbegründeten Absichten der Medizinalverwaltung ausgeführt wurden. Selbst unser jahrelanges Wirken aber hat, abgesehen von den gebildeten Kreisen, nicht viel dazu beigetragen, daß ein wesentliches Verständnis erwuchs. Die Pockenschutzimpfung wurde zwar volkstümlicher noch als bisher. Hier und da gewann es in letzter Zeit auch den Anschein, als wenn man sich zur Mitarbeit anschickte. Aus einigen Kreisen wurde berichtet, daß die jüdische Jugend nunmehr sich gern sanieren lasse, daß jüngere Leute als Mannschaften in den Entlausungstrupps sich fleißig und umsichtig betätigten, daß die Rabbiner der Stadtgemeinden ein regeres Interesse zeigten, daß jüdische Familien nicht mehr die unheilbringenden Bettler in ihre Wohnungen aufnahmen, sondern sie den Herbergen zuwiesen, daß man freiwillig Seuchenkranke ins Krankenhaus brachte, Typhusschutzimpfung wünschte, lebhaftes Interesse für die Bakterienfreiheit der

Typhusrekonvaleszenten bekundete und als Nahrungsmittelverkäufer sich sauberer hielt. Tief eingedrungen aber sind unsere Bestrebungen nicht. Zum Teil lag dies in der entsetzlichen Armut des jüdischen Proletariats und in den Kriegsumständen begründet. Selbst Leute, die sich sauber zu halten gewöhnt waren, wurden ja allmählich hygienische Parias. Es gab weder Seife, noch Brennmaterial, Wäsche oder Kleider zu erschwinglichen Preisen zu kaufen und die niedere Bevölkerungsschicht in den Städten verdiente gerade soviel, um notdürftig ihr Leben zu fristen, wenn sie nicht völlig der öffentlichen Fürsorge zur Last fiel.

Vielleicht gelingt es unter günstigeren äußeren Umständen einmal dem im Frühjahr 1918 auf Veranlassung der deutschen Verwaltung begründeten „Obersten Rat der Juden" durch seine Organe, die Vorstände der einzelnen jüdischen Gemeinden, eine nachdrückliche hygienische Erziehung zu verbreiten und das Volk auf eine höhere Kulturstufe zu heben.

33. Ausblick in die Zukunft.

Wenn somit von den meisten deutschen Kreisärzten betont wurde, daß im letzten Jahre unserer Tätigkeit eine größere Einsicht in die gesundheitlichen Bestrebungen der deutschen Medizinalverwaltung in Polen selbst bei der einfachen Bevölkerung Platz gegriffen habe und die Urteilsfähigkeit auf gesundheitlichem Gebiet gewachsen sei, schrieb eine kleine Minderzahl der Medizinalbeamten die Erfolge nur dem polizeilichen Zwange zu und glaubte, daß nach dem Weggange der deutschen Behörden der alte Schlendrian sich wieder bemerkbar machen würde. Ich kann letzterer Auffassung nicht zustimmen, bin vielmehr der Meinung, daß man an den geschaffenen Einrichtungen und Anstalten nicht achtlos vorübergehen kann, daß der jahrelang, durchaus im Einverständnis mit der polnischen Intelligenz und den polnischen Behörden ausgeübte Zwang und die Unabänderlichkeit des Verfahrens ein Lehrmeister war, der im Lande nicht so schnell vergessen werden dürfte, und daß wir in der Mehrzahl der polnischen Medizinalbeamten Organe zurückgelassen haben, die unsere Arbeit fortzusetzen befähigt sind. Der Umstand ferner, daß wir schon immer alle praktischen Ärzte und die Intelligenz überhaupt zur Mitarbeit heranzogen, gibt eine Gewähr, daß auch von diesen Stellen aus, Hand in Hand mit der Wirkung der Schulen die Aufklärung über die Wichtigkeit gesundheitlicher Lebensführung tiefer in das Volk hineingetragen werden wird, als wir es in der Kriegszeit und als Fremde zu tun vermochten.

Die polnischen Behörden und die Einsichtsvollen der Bevölkerung werden uns vielleicht auch nachsagen, daß wir ein Beispiel dafür gaben, wie ein als richtig erkannter Weg zum Heil des Volkes und zum Vorteil der staatlichen Autorität unbeirrt innegehalten und das Notwendige mit fester Hand vollzogen werden muß. Wir waren jedenfalls, indem wir mit der hergebrachten Abneigung gegen die noch bestehenden oder neuerlassenen Gesetze aufräumten, niemandem zu Liebe und niemandem zu Leide bestrebt, statt der zarischen Verwaltung mit ihren bekannten Eigenschaften eine gerechte und menschenfreundliche Verwaltung zu führen.

Wenn also ein Ausblick in die Zukunft gewagt werden darf, so sind die Aussichten für eine hygienische Kultur Polens günstig zu nennen, sobald in dem Lande nach dem ersten Freiheitsrausch wieder Ruhe eintritt und eine tatkräftige und für gesundheitliche Fragen verständnisvolle Regierung den Staat leitet.

Alle Aussichten hierfür waren unter dem Ministerium Dr. Chodzko, mit dem wir fast $1^1/_2$ Jahre zusammenarbeiteten, vorhanden. Eine Grundlage, von der aus man an die Lösung größerer Aufgaben heranschreiten kann, war durch unsere Tätigkeit und die spätere Mitarbeit der polnischen Behörden gelegt. Die Kräfte der Ärzteschaft, die wir zur Mitarbeit in weitgehendem Maße heranzogen, können in dem von der zarischen Herrschaft befreiten Lande ungehemmt wirken und zum gesundheitlichen Gedeihen auch der ärmeren Volkskreise in den Städten und der die Wurzel der Volkskraft darstellenden Bauernbevölkerung Früchte tragen. Die Bekämpfung der Infektionskrankheiten und eine damit einhergehende allgemeine Sanierung des Landes wird als ein unbedingtes und wichtiges Erfordernis von den Polen anerkannt. Dafür zeugte der Eifer, den die polnischen Kreitarztstellvertreter und Stadtärzte schon zu unserer Zeit an den Tag legten. Die im Jahre 1916 selbständig einsetzenden und weiter fortschreitenden Regungen in der polnischen Ärzteschaft, in der Abteilung für öffentliche Gesundheitspflege des Ministeriums des Innern und in dem nachmaligen Ministerium für öffentliche Gesundheitspflege, namentlich auf dem Gebiete der Fürsorge für Mütter und Kleinkinder und für die Tuberkulösen sind Beweise dafür, daß man die Stellen kennt, wo mit Initiative und Kraft der Hebel angesetzt werden muß, um das heranwachsende Geschlecht zu schützen und eine bedeutsame Bevölkerungspolitik zu treiben. Die den Kreisarztstellvertretern zur selbständigen Bearbeitung überlassenen Gebiete der kreisärztlichen Tätigkeit gaben ihnen Gelegenheit, bereits unter der geordneten deutschen Kreisverwaltung gerade nach dieser Richtung hin vorzugehen. Endlich waren die Dezernenten in dem Ministerium für öffentliche Gesundheitspflege umsichtige und erfahrene Männer, die, nach Abstreifung eines anfänglich übermäßigen Spezialisierens, an der weiteren Entwicklung des polnischen Gesundheitswesens in Anlehnung an bewährte westeuropäische, zumeist deutsche Muster und im Zusammenhang mit der alten polnischen Gesundheitsgesetzgebung aus den Jahren 1840—1844 emsig arbeiteten. Kurz, es ist sicher, daß in Polen eine zielbewußte Energie entfaltet werden wird.

Dies geschieht naturgemäß um so nachhaltiger, wenn die Entwicklung nicht überhastet und sprunghaft vor sich geht. Es liegt bei so beweglichen Persönlichkeiten, wie die polnische Intelligenz sie besitzt, nahe, daß eine Vielgeschäftigkeit und auch eine gewisse Überschätzung der eigenen Kraft, die nun restlos alles aus sich selbst hervorbringen könne, sich einstellt. Schon die deutsche Medizinalverwaltung mußte nach der Einsetzung der Kreisarztstellvertreter hier und da mehr zügeln als antreiben und immer wieder darauf hinweisen, daß man sich vom Einfachen zum Verwickelten in ruhigem Schritte bewegen müsse, damit die noch rückständigen Schichten der Volksgenossen wenigstens einigermaßen mitkommen könnten. Ob außerdem für zu große, gleichzeitig gestellte Anforderungen auf dem Gebiete der öffentlichen Gesundheitspflege die finanziellen Mittel des Landes ausreichen werden, muß mehr als zweifelhaft erscheinen, selbst wenn in noch höherem Maße die hohe Opferwilligkeit

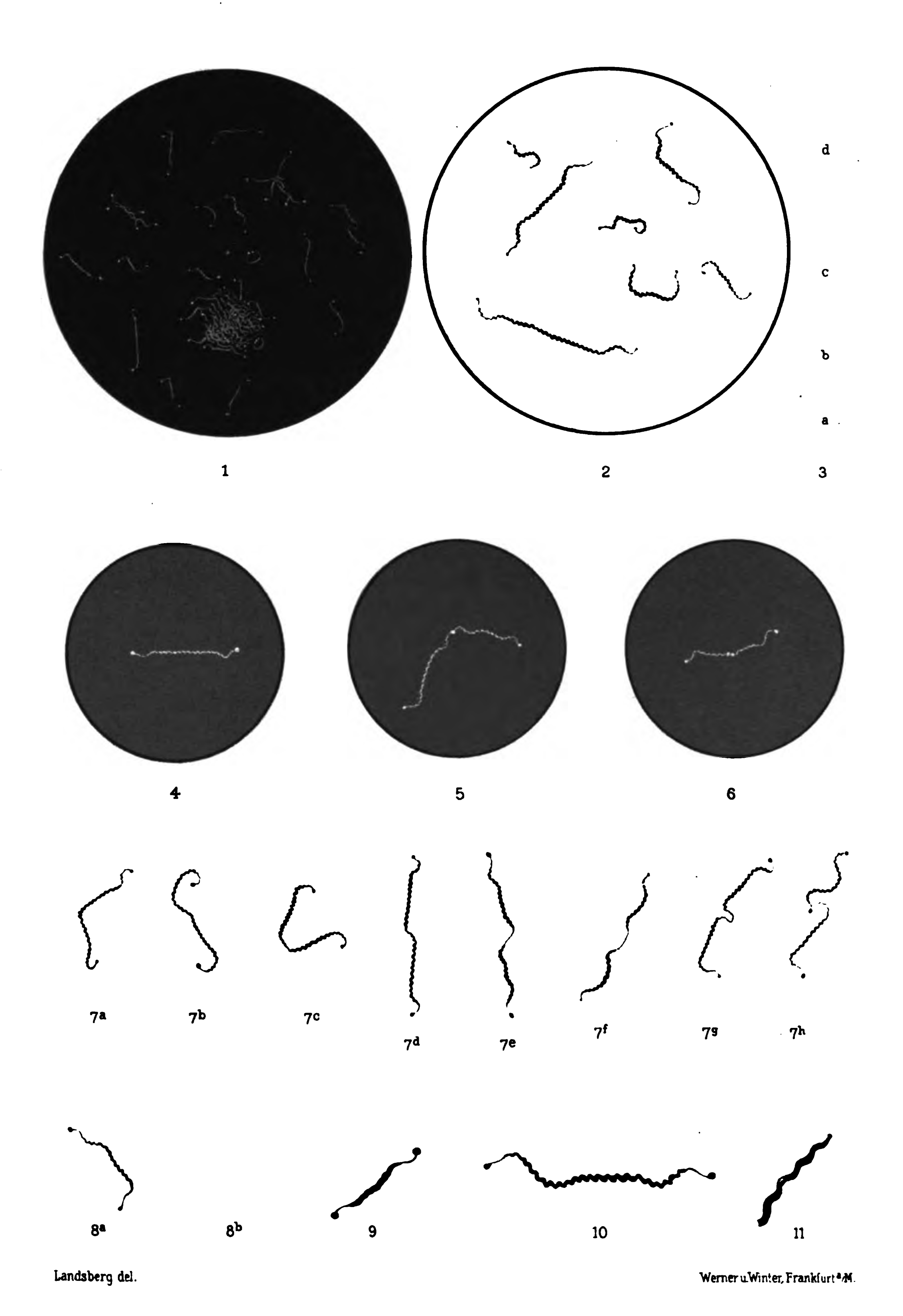
der Bevölkerung hierzu beitragen wollte. Die polnischen Kreisarztstellvertreter sind daher immer wieder darauf hingewiesen worden, kritisch ihren Sinn für das Erreichbare zu schärfen und dies nach Maßgabe der vorhandenen Mittel dann durchzusetzen. Vorbedingung für ein ertragreiches Wirken aber sind Jahre der politischen Ruhe. Wird das Land von Unruhen und Wirren erfüllt, unter denen selbst festgefügte alte Kulturreiche wanken, so ist die Hoffnung gering, in diesem werdenden Staatswesen hygienische Früchte heranwachsen zu sehen, die vergessen machen, was in der langen Epoche der russischen Knechtschaft verabsäumt wurde.

Mein Gefühl müßte mich trügen, wenn ich glauben sollte, die deutsche Medizinalverwaltung hätte keinen Freund im Lande zurückgelassen. Vielmehr glaube ich fest daran, daß man trotz der gewaltsamen Beendigung der Okkupation, des derzeitigen Abbruchs der Beziehungen und des bewaffneten Vorgehens der Polen gegen unsere östliche Provinzen der deutschen Ärzte nicht mit Haß gedenkt. Wir haben Polen nichts genommen; wir haben ihm nur zugebracht.

Die Beziehungen zwischen Deutschland und Polen werden bei der langen Grenze, die zwischen den Reichen immer bleiben wird, und bei den in beiderseitigem Interesse liegenden wirtschaftlichen Notwendigkeiten einstmals wieder friedlich werden, und es wird die Zeit kommen, auch auf gesundheitlichem Gebiete anknüpfende Fäden zu spinnen. Ich hoffe, daß sich dann die Arbeit der ehemaligen deutschen Medizinalverwaltung in Polen nicht als ein verdorrtes Reis, wenn auch auf artfremden Stamm gepfropft, erweisen wird, sondern daß sie in der Rolle eines Kulturträgers auch nach ihrer Beendigung wirksam geblieben ist. Eine so angebahnte gleichartige Behandlung der hygienischen Fragen würde beiden Ländern für die wirtschaftlichen Beziehungen und den Verkehr nur von Segen sein.

Ende des 4. Heftes.
Abgeschlossen am 3. Oktober 1919.

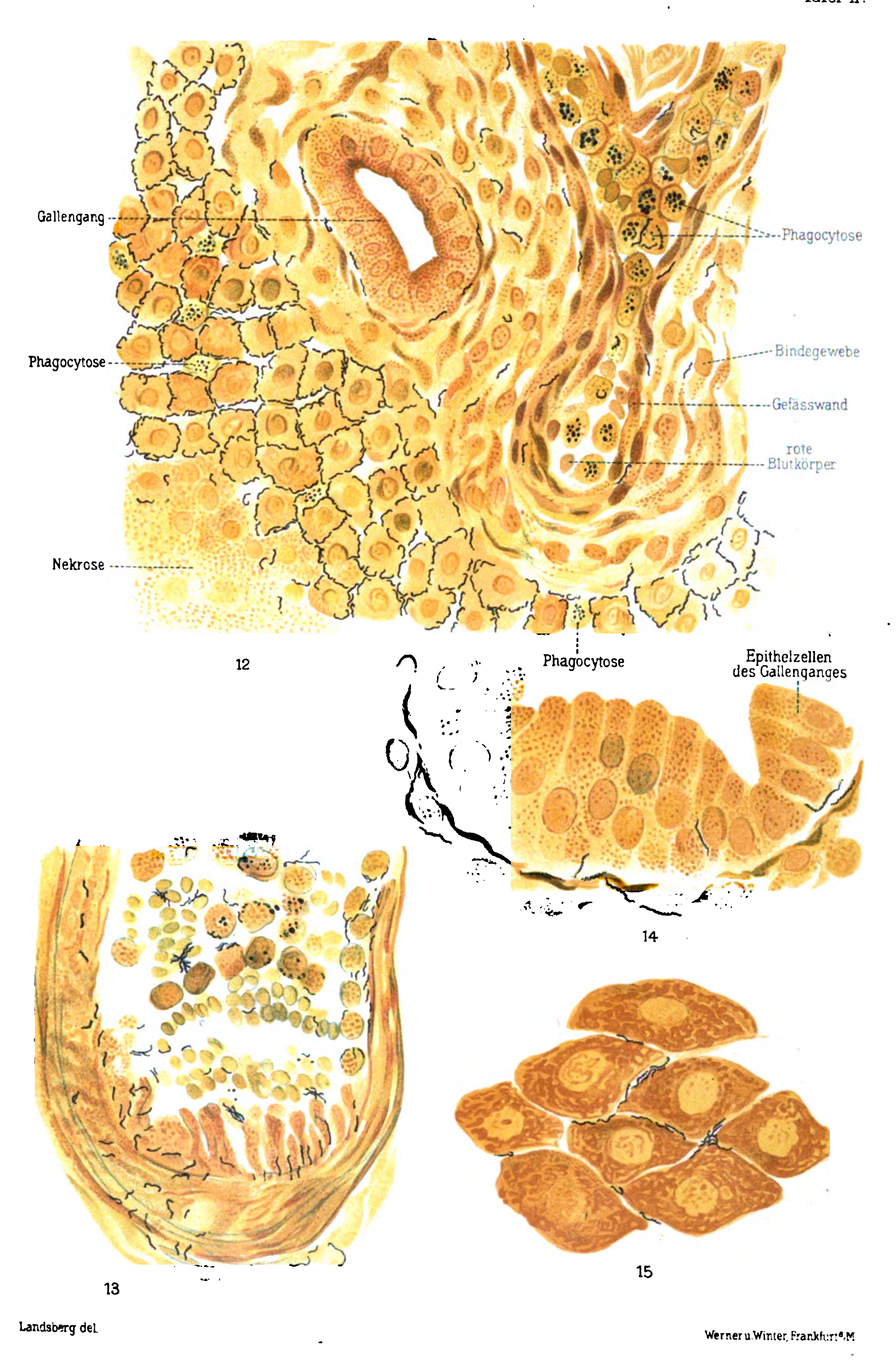
Druck von E. Buchbinder in Neuruppin.



Landsberg del.

Werner u. Winter, Frankfurt a/M.

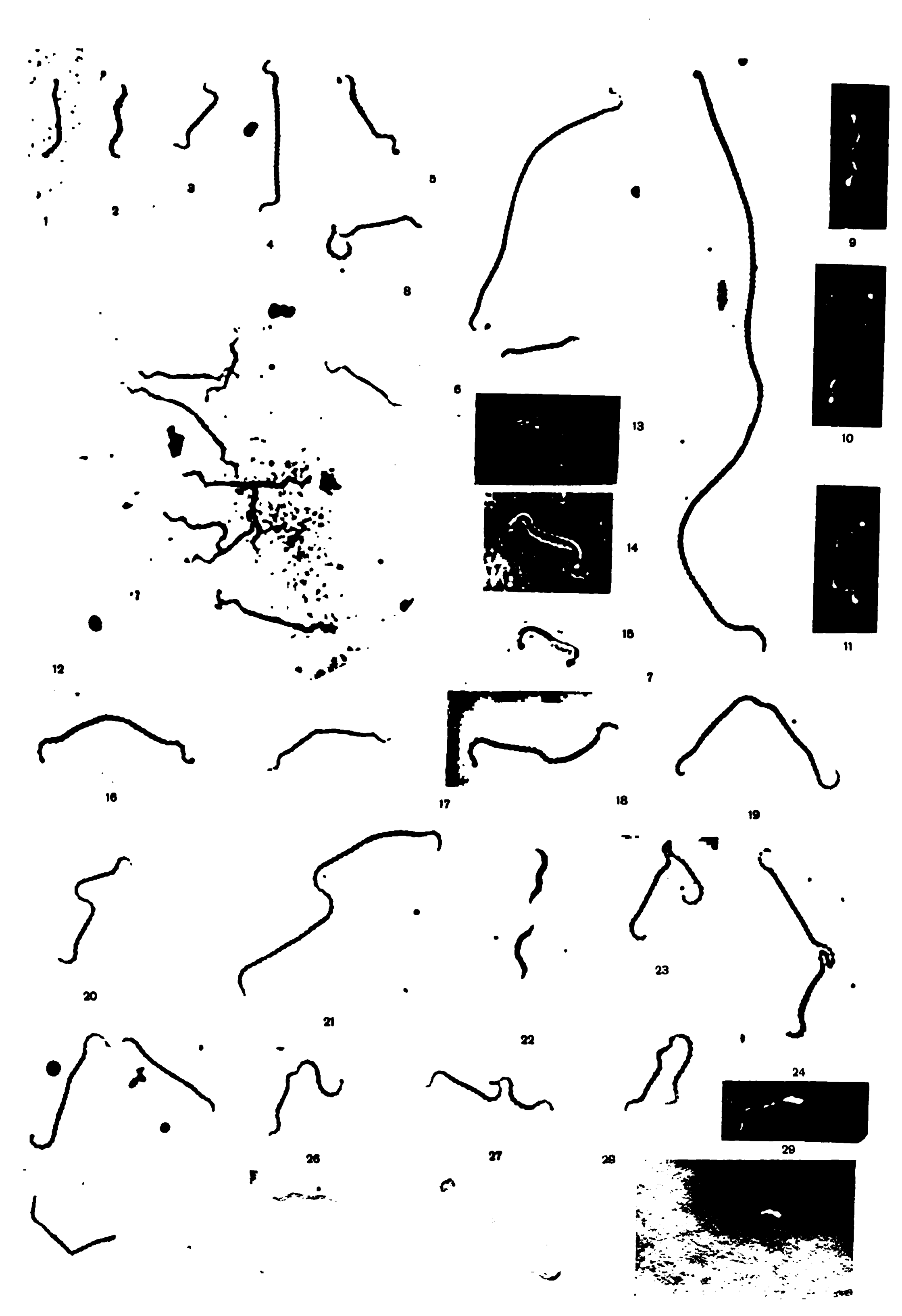
Verlag von Julius Springer in Berlin



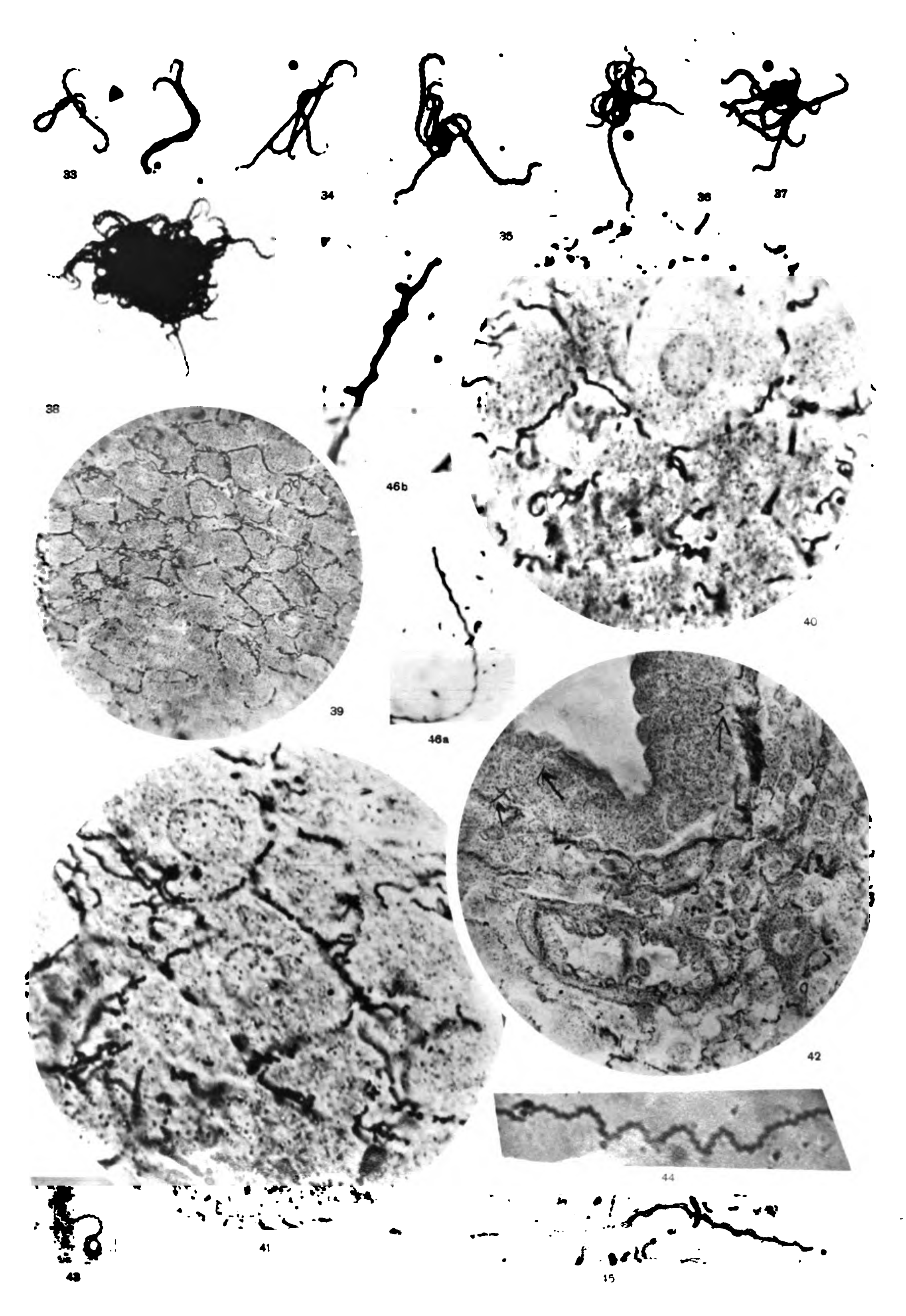
Landsberg del.

Werner u. Winter, Frankfurt a. M.

Verlag von Julius Springer in Berlin.



Zuelzer



Zuelzer phot.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

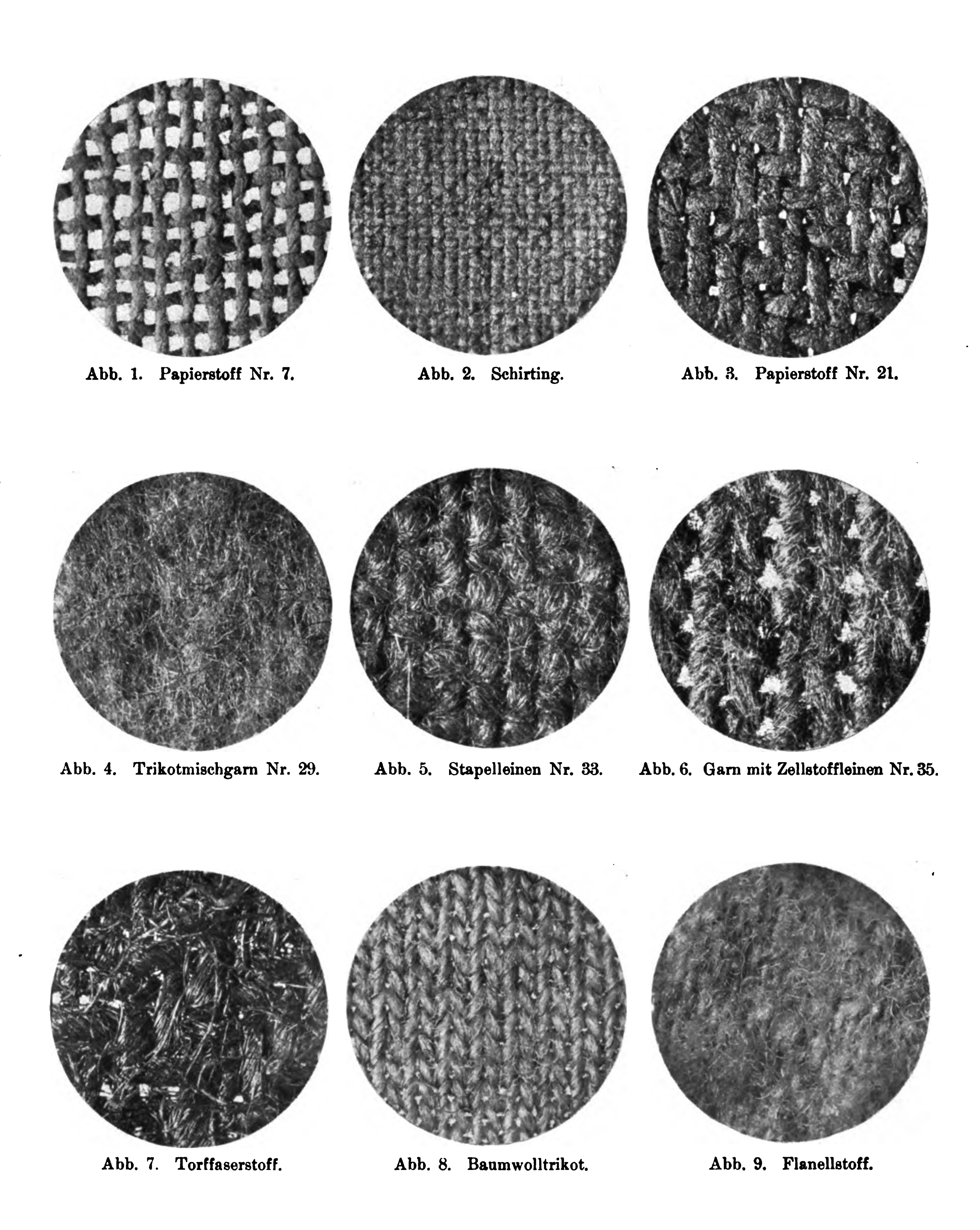


Abb. 1. Papierstoff Nr. 7.

Abb. 2. Schirting.

Abb. 3. Papierstoff Nr. 21.

Abb. 4. Trikotmischgarn Nr. 29.

Abb. 5. Stapelleinen Nr. 33.

Abb. 6. Garn mit Zellstoffleinen Nr. 35.

Abb. 7. Torffaserstoff.

Abb. 8. Baumwolltrikot.

Abb. 9. Flanellstoff.

Fünfundvierzigster Band. — Mit 10 Tafeln und Abbildungen im Texte. — Preis M 28,20.

1. Dr. C. Titze, H. Thieringer und Dr. E. Jahn, Die Ausscheidung von Tuberkelbazillen mit dem Kote tuberkulöser Rinder.
2. Dr. C. Titze und Dr. E. Jahn, Über die Ausscheidung von Tuberkelbazillen mit der Galle bei tuberkulösen Rindern und Ziegen.
3. Prof. Dr. L. Lange und Dr. W. Rimpau, Versuche über die Dampfdesinfektion von milzbrandhaltigem Material bei Einbettung der Sporen in Schmutz u. dergl.
4. Prof. Dr. L. Lange, Versuche über die Einwirkung von 1%iger Cyllinlösung auf Milzbrandsporen.
5. Dr. M. Taute, Untersuchungen über die Bedeutung des Großwildes und der Haustiere für die Verbreitung der Schlafkrankheit. Mit 1 Tafel.
6. Dr. Fr. Auerbach und Dr. H. Pick, Das Verhalten von Bleicarbonat, basischem Bleicarbonat und Bleisulfat in wässerigen Lösungen kohlensaurer Alkalien.
7. Dr. Fr. Auerbach und Dr. H. Pick, Das Verhalten von Bleichromat und basischem Bleichromat in wässerigen Lösungen kohlensaurer Alkalien.
8. Dr. Fr. Auerbach und Dr. H. Pick, Die Bleiabgabe schwerlöslicher Bleisalze an Natriumhydrocarbonat enthaltende Lösungen.
9. Dr. E. A. Lindemann, Untersuchungen über die Isolierung des Typus humanus und des Typus bovinus aus einer Tuberkelbazillenkultur mit atypischer Virulenz (Stamm Schroeder-Mietzsch), sowie aus künstlichen Mischkulturen.
10. Dr. E. Gildemeister, Über den Einfluß von Rhamnose und Raffinose auf das Wachstum von Bakterien.
11. Dr. K. Poppe, Untersuchungen über die experimentelle Diagnose der Lungenseuche des Rindes. Mit 3 Tafeln.
12. Dr. C. Schellack, Coccidien-Untersuchungen II. Die Entwicklung von *Adelina dimidiata* A. Sohn., einem Coccidium aus *Scolopendra cingulata* Latr. Mit 3 Tafeln.
13. Dr. E. Reichenow, *Karyolysus lacertae*, ein wirtwechselndes Coccidium der Eidechse *Lacerta muralis* und der Milbe *Liponyssus saurarum*. Mit 3 Tafeln.
14. Dr. C. Titze, H. Thieringer und Dr. E. Jahn, Beitrag zur Frage der Beurteilung des Fleisches tuberkulöser Rinder als Nahrungsmittel.
15. Dr. E. Rost, Dr. Fr. Franz und A. Weitzel, Zur Kenntnis der Wirkungen der Benzoesäure und ihres Natriumsalzes auf den tierischen Organismus.
16. Dr. A. Müller und Dr. L. R. Fresenius, Die Beeinflussung der biologischen Abwasserreinigung durch Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken.
17. Wehrle und Prof. Dr. Zwick, Verlauf und Ergebnis der Übertragungsversuche, die im Kaiserl. Gesundheitsamte mit den von dem praktischen Arzte Dr. Siegel als Erreger der Maul- und Klauenseuche angesprochenen Cytorrhycteskokken sowie mit den von dem praktischen Arzte Dr. von Niessen als die Ursache derselben Seuche angesehenen Bakterien angestellt worden sind.

Sechsundvierzigster Band. — Preis M 19,40.

1. Ergebnisse der amtlichen Weinstatistik. Berichtsjahr 1911/12. Teil I. Weinstatistische Untersuchungen. Einleitung. Von Dr. Adolf Günther. — Berichte der Untersuchungsanstalten, welche mit der Ausführung der weinstatistischen Untersuchungen betraut sind. Gesammelt im Kaiserlichen Gesundheitsamte. — Teil II. Moststatistische Untersuchungen. Berichte der beteiligten Untersuchungsstellen, gesammelt im Kaiserlichen Gesundheitsamte.
2. Dr. Adolf Günther u. Dr. Jodokus Fiehe, Beiträge zur Kenntnis der nordspanischen Weine aus den katalonischen Provinzen. I. Mitteilung.
3. Prof. Dr. Th. Omeis, Versuche und Untersuchungen zur Erforschung des freiwilligen Säurerückganges im Weine. Versuchsjahr 1911/12. Bericht der Landwirtschaftlichen Kreisversuchsstation in Würzburg.
4. Prof. Dr. Th. Omeis, Versuche und Untersuchungen über die Aufnahme von schwefliger Säure durch den Wein infolge des Schwefelns der Fässer bei den einzelnen Abstichen. I. Versuchsjahr 1911/12. Bericht der Landwirtschaftlichen Kreisversuchsstation in Würzburg.
5. Dr. Schätzlein, Der Gehalt der Pfälzer Weine an schwefliger Säure. Bericht der chemischen Station der Königl. Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau in Neustadt a. d. Haardt.

Siebenundvierzigster Band. — Mit 14 Tafeln und Abbildungen im Texte. — Preis M 32,80.

1. Dr. B. Pfyl, Maßanalytische Bestimmung der Phosphate in der Asche von Lebensmitteln.
2. Dr. med. vet. E. Jahn, Pyricit, ein neues Desinfektionsmittel für die Schlachthofpraxis.
3. Dr. E. Haller, Die Abtötung von Milzbrandsporen an Häuten und Fellen durch Salzsäure-Kochsalzlösungen.
4. Dr. Fr. Auerbach, nach Versuchen von Dr.-Ing. Werner Plüddemann, Studien über Formaldehyd. IV. Mitteilung. Die Dämpfe von Formaldehyd und seinen Polymeren.
5. Prof. Dr. E. Rost, Zur Kenntnis der hautreizenden Wirkungen der Becherprimel (Primula obconica Hance). (Mit 3 Tafeln.)
6. Prof. Dr. Uhlenhuth, Prof. Dr. Haendel, Dr. Gildemeister und Dr. K. Schern, Weitere Untersuchungen über Schweinepest. (Mit 2 Tafeln).
7. Prof. Dr. E. Rost, Zur Kenntnis der Wirkungen kresolhaltiger Desinfektionsmittel (Saprol, Lysol, Kreolin) und des Petroleums bei Tieren.
8. Prof. Dr. A. Schuberg, Naturschutz und Mückenbekämpfung. Versuche über die Einwirkung zur Vernichtung von Mückenlarven dienender Flüssigkeiten auf Wassertiere und Vögel.
9. Dr. E. Haller und Dr. W. Rimpau, Versuche über Abtötung von Typhusbazillen im Organismus des Kaninchens. II. Anwendung von halogensubstituierten Aldehyden der Methanreihe.
10. Dr. E. Haller und Dr. E. Ungermann, Weitere Versuche über die Abtötung von Typhusbazillen im Organismus des Kaninchens.
11. Dr. B. Pfyl u. Dr. R. Turnau, Maßanalytische Bestimmung des Kaseins in der Milch mittels des Tetraserums.
12. H. Thieringer, Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Serbien. Nach Berichten des Kaiserlich Deutschen Konsulats für Serbien in Belgrad und nach anderen Quellen.
13. Dr. Hall, Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Norwegen. Nach Berichten des Kaiserlichen Generalkonsulats in Kristiania und nach anderen Quellen.
14. Dr. E. Haller u. Dr. E. Ungermann, Zur Technik der experimentellen Typhusinfektion.
15. Dr. E. Haller u. Dr. G. Wolf, Weitere Versuche zur Infektion des Kaninchens mit Typhusbazillen.
16. Dr. C. Titze u. H. Lindner, Das Vorkommen von Tuberkelbazillen in den nicht tuberkulösen Atmungswegen des Rindes mit dem Nebenbefunde von Kapseldiplokokken.
17. Prof. Dr. A. Schuberg u. Dr. W. Böing, Über die Übertragung von Krankheiten durch einheimische stechende Insekten. III. Teil.
18. Dr. A. Müller, Ein neues Verfahren zum Nachweis spezifischer Bakterien in größeren Wassermengen. (Mit 1 Tafel.)
19. Dr. E. Haller, Gelingt eine Sensibilisierung durch Eiweißprodukte und ist sie spezifisch?
20. Dr. N. Pokschischewsky, Über die Biologie der Pseudomilzbrandbazillen. Beiträge zur Differentialdiagnose der Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen. (Mit 4 Tafeln.)
21. Dr. E. Kallert, Untersuchungen über Maul- und Klauenseuche. I. Mitteilung. Über die Bedeutung der v. Betegh schen Körperchen in der Aphthenlymphe. (Mit 2 Tafeln.)
22. Dr. E. Kallert, Untersuchungen über Maul- und Klauenseuche. II. Mitteilung. Beiträge zur Histogenese und Histologie der Maul- und Klauenseucheblase, insbesondere auch zur Frage des Vorkommens von Einschlußkörperchen in den spezifisch veränderten Teilen bei Maul- und Klauenseuche. (Mit 2 Tafeln.)
23. Dr. Zwick u. Dr. Zeller, Zur Frage der Umwandlung von Säugetier- in Hühner-Tuberkelbazillen.

Achtundvierzigster Band. — Mit 6 Tafeln und Abbildungen im Texte. — Preis M 25,80.

1. Prof. Dr. Küster, Die Gewinnung, Haltung und Aufzucht keimfreier Tiere und ihre Bedeutung für die Erforschung natürlicher Lebensvorgänge.
2. Dr. rer. nat. E. Haller u. Dr. med. G. Wolf, Weitere Versuche zur Abtötung der Typhusbacillen im Organismus des Kaninchens. VI. Behandlung unmittelbar in die Gallenblase infizierter Kaninchen mit verschiedenen Mitteln.
3. Lindner, Zur frühzeitigen Feststellung der Tuberkulose durch den Tierversuch.
4. Lindner, Einige Heil- und Immunisierungsversuche mit Timotheebacillen gegen Tuberkulose an Meerschweinchen, Kaninchen und Ziegen mit Bemerkungen über den Verlauf der Ziegentuberkulose nach galaktogener Infektion.
5. E. Gildemeister u. Dr. K. Baerthlein, Über paratyphusähnliche Stämme. Ein Beitrag zur Paratyphusdiagnose. (Mit 1 Tafel.)
6. Dr. H. Pick, Zur Bestimmung kleinster Mengen Blei im Leitungswasser.
7. Wehrle, Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Frankreich. Nach Berichten von Dr. Haller, früherem landwirtschaftlichem Sachverständigen beim Kaiserl. deutschen Konsulat in Paris.
8. Wehrle, Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Britisch-Indien und der Kolonie Ceylon. Nach Berichten von Dr. H. Finck, Arzt des Kaiserl. Generalkonsulats in Kalkutta sowie des Kaiserl. Konsulats in Colombo.

Fortsetzung auf Seite 4.



9. Dr. Gminder, Die Behandlung des ansteckenden Scheidenkatarrhs der Rinder mit Colpitol, Verkalbin, Provaginol, Bissulin und Eucerinsalbe.
10. Lindner, Die Tuberkulin-Reaktionen beim Schwein.
11. Dr. A. F. Schulz, Über den Arsengehalt moderner Tapeten und seine Beurteilung vom hygienischen Standpunkt.
12. Dr. B. Pfyl, Übergang von Kieselsäure in die Milch beim Sterilisieren in Glasflaschen.
13. E. Wehrle und Dr. B. Kallert, Schutz- und Heilversuche mit „Trypozafrol" und „Novotrypozafrol" sowie mit „Ernanin" bei Maul- und Klauenseuche.
14. Dr. Eduard Kallert, Untersuchungen über Maul- und Klauenseuche. III. Mitteilung. Die Morphologie und Biologie der von Siegel für die Erreger der Maul- und Klauenseuche gehaltenen Cytorrhycteskokken. (Mit 2 Tafeln.)
15. Dr. E. Ungermann, Untersuchungen über Tuberkuloseantikörper und Tuberkuloseüberempfindlichkeit.
16. Prof. Dr. Küster, Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung neuerer Händedesinfektionsmethoden.
17. Dr. C. Schellack und Dr. E. Reichenow, Coccidien-Untersuchungen III. *Adelea ovata* A. Schn. (Mit 3 Tafeln.)
18. Dr. Poppe, Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Bulgarien.
19. Dr. med. vet. C. Maaß, Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Rußland.
20. Dr. med. vet. Titze, Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in den Vereinigten Staaten von Amerika.
21. Gutachten des Kaiserlichen Gesundheitsamts über die Verwertbarkeit von Kartoffelerzeugnissen zur Brotbereitung.

Neunundvierzigster Band. — Preis M 18,40.

1. Ergebnisse der amtlichen Weinstatistik. Berichtsjahr 1912/1913. Teil I. Weinstatistische Untersuchungen. Einleitung. Von Dr. A. Günther. — Berichte der Untersuchungsanstalten, welche mit der Ausführung der weinstatistischen Untersuchungen betraut sind. Gesammelt im Kaiserl. Gesundheitsamte. — Teil II. Moststatistische Untersuchungen. Berichte der beteiligten Untersuchungsstellen, gesammelt im Kaiserl. Gesundheitsamte.
2. Dr. P. Förster, Über die Haltbarkeit von wässerigen Lösungen der schwefligen Säure.
3. Prof. Dr. Th. Omeis, Versuche und Untersuchungen zur Erforschung des freiwilligen Säurerückganges im Weine. Versuchsjahr 1912/13. Bericht der Landwirtschaftl. Kreis-Versuchsstation in Würzburg.
4. Prof. Dr. Th. Omeis, Versuche und Untersuchungen über die Aufnahme von schwefliger Säure durch den Wein infolge des Schwefelns der Fässer bei den einzelnen Abstichen. II. Versuchsjahr 1912/13. Bericht der Landwirtschaftl. Kreis-Versuchsstation in Würzburg.
5. Dr. G. Sonntag, Zu der Verwendung von Arsen und Blei enthaltenden Pflanzenschutzmitteln.
6. Dr. Chr. Schätzlein u. Prof. Dr. O. Krug, Untersuchungen über den Einfluß verschiedener kellerwirtschaftlicher Maßnahmen auf den Säurerückgang bei Pfalzweinen.

Fünfzigster Band. — Mit 15 Tafeln und Abbildungen im Texte. — Preis M 25,20.

1. R. Offermann, Über die serologischen Untersuchungsmethoden als Hilfsmittel zum Nachweis der Trypanosomenkrankheiten im besonderen der Beschälseuche.
2. Dr. Köpke, Über die Bestimmung von Konservierungsmitteln im Kaviar.
3. Reg.-Rat Dr. Karl Beck und Dr. Merres, Über die Bestimmung kleiner Arsenmengen mit besonderer Berücksichtigung des Verfahrens von Smith. (Mit 2 Tafeln.)
4. Dr. G. Reif, Ein neues Verfahren zur Bestimmung von Methylalkohol neben Äthylalkohol.
5. Reg.-Rat Prof. Dr. Lange und Dr. Roos, Über den Befund von Typhusbacillen im Blute von Kaninchen nach Verimpfung in die Gallenblase.
6. Dr. E. Hailer, Die Abtötung von Milzbrandsporen an Häuten und Fellen durch Natronlauge.
7. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Schuberg und Dr. Carlos Rodriguez, Telohania corethrae n. sp., eine neue Mikrosporidienart aus Corethra-Larven. (Mit 2 Tafeln.)
8. Dr. Luis Filenski, Zur Frage der Verpackung der behufs Vornahme der bakteriologischen Fleischbeschau zur Versendung kommenden Fleischproben.
9. Dr. W. Lange, Über die Bestimmung des Fettes in Kakaowaren.
10. Dr. E. Kallert, Untersuchungen über Maul- und Klauenseuche. IV. Mitteilung. Die bei Maul- und Klauenseuche im Pansen des Rindes auftretenden Veränderungen. (Mit 2 Tafeln.)
11. Wehrle, Das Veterinärwesen einschl. einiger verwandter Gebiete in Argentinien. Nach Berichten des Kaiserl. Generalkonsulats in Buenos Aires und anderen Quellen.
12. Dr. R. Heise, Über die Einwirkung von Ozon auf Mikroorganismen und künstliche Nährsubstrate, als Beitrag zur Kenntnis der Ozonwirkung in Fleischkühlhallen. 1. Die Einrichtung und Leistung des benutzten Ozonisierungsapparates und die Einwirkung von Ozon auf Bact. coli commune.
13. Dr. W. Kerp, Dr. Franz Schröder und Dr. B. Pfyl, Chemische Untersuchungen zur Beurteilung des Strohmehls als Futter- und Nahrungsmittel. (Mit 6 Tafeln.)
14. Prof. Dr. Spitta, Prüfung tragbarer Wasserfilter auf Keimdichtigkeit. Das Militär-Filter Modell 1914 und das Reise- und Armee-Filter A. F. L. der Berkefeld-Filter-Gesellschaft.
15. Gutachten des Reichs-Gesundheitsrates über das duldbare Maß der Verunreinigung des Weserwassers durch Kali-Abwässer, ohne seine Verwendung zur Trinkwasserversorgung von Bremen unmöglich zu machen. (1. Teil.) Mit 1 Übersichtskarte und 6 Anlagen (Tabellen). Berichterstatter: Geheimer Obermedizinalrat Dr. Abel.
16. Dr. G. Sonntag, Über ein Verfahren zur Bestimmung des Fluorgehalts von Knochen und Zähnen normaler und mit Fluoriden gefütterter Hunde.
17. Prof. Ph. Kuhn, Die Behandlung von Typhusbacillenträgern mit Tierkohle.
18. Stabsarzt Dr. Schlemmer, Untersuchungen über den Mechanismus der Ambozeptor- und Komplementwirkung.
19. A. Weitzel, Zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des gesalzenen Seefischrogens.
20. Dr. H. von Hövell, Über den Wert der Kohlejodbehandlung echter Typhusbacillenträger.
21. Dr. Theo Bongartz, Über das kombinierte Kohlejodverfahren zur Heilung von Typhusbacillenträgern nach Dr. Kalberlah.
22. Dr. E. Ungermann, Zur Technik der Impfstoffbereitung.
23. Techn. Rat A. Weitzel, Maßanalytische Bestimmung des Chlors in Lebensmitteln usw. ohne Veraschung der Stoffe auf nassem Wege.
24. Prof. Dr. E. Rost, Vergleichende pharmakologische Untersuchung einiger organischer und anorganischer Säuren.
25. Dr. R. Heise, Über die Einwirkung von Ozon auf Mikroorganismen und künstliche Nährsubstrate, als Beitrag zur Kenntnis der Ozonwirkung in Fleischkühlhallen. 2. Mitteilung: Die Einwirkung von Ozon auf künstliche Nährböden und auf verschiedene Bakterien, Hefen und Schimmelpilze. (Mit 2 Tafeln.)

Einundfünfzigster Band. — Heft 1. — Mit 4 Tafeln und Abbildungen im Texte. — Preis M. 18,50.

1. Prof. Dr. Lentz, Dr. E. Hailer und Dr. G. Wolf, Einige weitere Versuche zur Abtötung der Typhusbacillen im Organismus des Kaninchens.
2. Dr. R. Heise, Der Bleigehalt der Luft oberhalb der Bleischmelzkessel in Schriftgießereien.
3. Dr. G. Sonntag, Ein neues Ausschüttelverfahren zur Bestimmung des Fettes im Kot.
4. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Haendel, Reg.-Rat Dr. Ungermann und Dr. Jaenisch, Experimentelle Untersuchungen über die Spirochaete der Weilschen Krankheit (Icterus infectiosus).
5. Reg.-Rat Dr. E. Ungermann, Züchtung der Weilschen Spirochaete, der Recurrens- und Hühnerspirochaete, sowie Kulturversuche mit der Spirochaeta pallida und Trypanosomen.
6. Dr. phil. Margarete Zuelzer, Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Entwicklung der Weilschen Spirochaete. (Mit 4 Tafeln.)
7. Reg.-Rat Dr. E. Ungermann, Eine einfache Methode zur Gewinnung von Dauerkulturen empfindlicher Bakterienarten und zur Erhaltung der Virulenz tierpathogener Keime.
8. Dr. K. W. Joetten, Fütterungsversuche mit Ruhr- und Typhusbacillen bei Hunden und kleinen Versuchstieren.
9. Dr. K. W. Joetten, Über den Typhusbacillennachweis vermittels des Bierastschen Petrolätherverfahrens und der Beimethode nach Kuhn, sowie über die Verwertbarkeit dieser Verfahren für die bakteriologische Ruhrdiagnose.

Einundfünfzigster Band. — Heft 2. — Preis M 15.

1. Gutachten des Reichsgesundheitsrats über das duldbare Maß der Verunreinigung des Weserwassers durch Kali-Abwässer. (2. Teil.) Von Geh. Reg.-Rat Dr. Kerp, Direktor im Reichsgesundheitsamte.

Kleinere Mitteilungen aus den Laboratorien des Reichsgesundheitsamtes:

2. Hirn und Rückenmark der Schlachttiere als Nahrungsmittel. Von Technischem Rat A. Weitzel, Ständigem Mitarbeiter im Reichsgesundheitsamte.
3. Die sogenannten Pathé-Sennesblätter. Von Regierungsrat Dr. O. Anselmino und Geheimem Regierungsrat Prof. Dr. E. Rost, Mitgliedern des Reichsgesundheitsamtes.

Druck von E. Buchbinder in Neuruppin.

